

ANNALI

DELLE OPERE PUBBLICHE E DELL' ARCHITETTURA

OPERA PERIODICA COMPILATA A CURA

DI

GIOV. ROSSI E N. DE ROSA

Ingegneri Alunni del Corpo di Acque e Strade.



ANNO 1.°

NAPOLI 1850

DALLA TIPOGRAFIA DI GAETANO RUSCONI

Strada S. Anna de' Lombardi n.° 37.

PREFAZIONE



N*el manifesto, col quale annunziammo la pubblicazione degli* Annali delle Opere pubbliche e dell' Architettura, *dicevamo esser essi destinati a raccogliere dalle opere periodiche, che si pubblicano in Francia, in Inghilterra ed in Germania, riguardanti la scienza delle pubbliche costruzioni, e quella dell' Architetto Civile, i principali articoli, compendiandoli quando facesse mestieri, ed unendovi le notizie ricavate dalle memorie artistiche, che veggon la luce in Italia e fuori. Ci crediamo perciò dispensati dall' obbligo di molto dilungarci per dimostrare lo scopo utile del nostro lavoro, ovvia essendo la necessità per lo Ingegnere e per l' Architetto di esser al corrente di tutte le novità e de' progressi dell' arte del costruire.*

La storia dell' umano sapere dimostra, come il perfezionamento delle grandi scoperte non è stato mai l'opera di un solo, ma bensì il frutto delle investigazioni, che il divulgarsi delle scoperte medesime e il desiderio di applicarle a particolari bisogni fanno nascere; utilissime quindi debbon reputarsi quelle opere, le quali, vedendo periodicamente la luce, notano e mostrano all' universale i passi del progredimento d' una scienza qualunque.

L' arte del costruire presenta alla giornata, per circostanze speciali, difficoltà non previste, per superar le quali è d' uopo sovente ricorrere a novelle risorse, ed i casi di costruzione se non offrono simiglianza perfetta danno lume a profittarne per analogia.

L' opera dunque che abbiamo promessa, e della quale cominciamo la pubblicazione, da se stessa si raccomanda. Non ci resta che assicurare i nostri lettori della cura, che porremo per soddisfare allo assunto impegno.

Le corrispondenze dirette che abbiamo stabilito all' estero, con persone che posseggono profonda conoscenza dell' arte ed occupano posizione eminente fra' cultori della stessa, ci pongono al caso di ricevere in breve tempo non solo le opere periodiche, delle quali ci gioviamo, ma ancora le memorie artistiche più recenti e le più esatte notizie intorno a' lavori di costruzione. Di quelle opere periodiche e di quelle memorie noi riporteremo tutto quanto può esservi di vera utilità ed interesse pe' nostri Ingegneri ed Architetti. Nella scelta, alla diligenza da noi usata, siamo lieti poter aggiugnere l' assistenza de' consigli di molti chiari nostri superiori del Corpo di Acque e Strade e di distinti Professori, taluni de' quali ci han pure promesso di arricchire co' loro lavori gli Annali.

Per richiesta fattane da molti de' nostri associati, tali da doversene apprezzare il parere, non tralasceremo, nel riportare gli articoli di recente data, taluno inserirne di quelli, che sebbene di qualche anno più antichi non sono meno importanti, nè sono più generalmente conosciuti.

Ci auguriamo che quest' opera trovi, presso coloro pe' quali essa viene intrapresa, un favorevole accoglimento, che sarà il più grato compenso alle nostre fatiche.

N. B. Le annotazioni segnate con numeri progressivi appartengono agli articoli stessi che si riportano; quelle segnate con lettere dell' alfabeto sono de' compilatori.

ANNALI

DELLE OPERE PUBBLICHE E DELL' ARCHITETTURA

MEMORIA

Intorno alla costruzione de' ponti a sbieco per mezzo di una serie di archi retti addossati gli uni agli altri

Pel Sig. A. Boucher, Ingegnere di Ponti e Strade

(Annales des Ponts, et Chaussées 1848)

Le condizioni rigorose di pendenza e direzione, dalle quali non si è potuto ancora emanciparsi nella traccia delle strade ferrate, rendono sempre più necessaria e frequente la costruzione de' ponti a sbieco, di cui anni indietro l' uso era molto limitato.

Il sig. Lefort nella eccellente sua memoria inserita negli Annali di Ponti e Strade del 1839, trovando col calcolo la direzione delle spinte massime, che nascono nello scomporsi le centine delle volte a sbieco, ne deduce la direzione più convenevole a darsi alle facce de' cunei, per riportare, per quanto più è possibile, parallelamente a' fronti del ponte gli sforzi che tendono a rovesciare gli angoli acuti de' piedritti e delle volte, e giustifica così i sistemi che s' impiegano oggidì in modo quasi esclusivo nelle costruzioni: la disposizione ortogonale parallela, la disposizione elicoidale detta *inglese*, e la disposizione ortogonale convergente.

La costruzione a zone separate, indicata da questo Ingegnere come conseguenza naturale de' suoi calcoli, e sanzionata dalla esperienza fattane nella strada ferrata di Versailles, su di un ponte a sbieco a 52 gradi, ha data una novella conferma a questi sistemi, pei casi ne' quali lo sbieco è molto pronunziato.

Limite di applicazione de' sistemi ordinari impiegati per la costruzione delle volte a sbieco — Qualunque siasi però il sistema che si adotta, la spinta a vuoto non è mai completamente distrutta, e la sua intensità aumenta rapidamente al crescer dello sbieco.

Esiste dunque un limite nell' applicazione de' sistemi indicati qui sopra per la costruzione delle volte a sbieco, limite che nessun costruttore ha ancora fissato, che il calcolo non può con precisione determinare, e che nell' applicazione dipenderà sempre dal maggiore o minore ardimento dell' ingegnere incaricato della costruzione.

Dopo la pubblicazione della memoria del sig. Lefort, le strade ferrate in Francia hanno offerto molti esempi di ponti a sbieco in fabbrica costrutti con successo, in circostanze meno vantaggiose ancora di quelle che si sono presentate nella strada ferrata di Versailles; ma è d' uopo riconoscere, che questi esempî son rari, ed ognuno avrà potuto osservare, al pari di noi, la tendenza de' costruttori a sostituire il ferro fuso alla fabbrica, tutte le volte che lo sbieco si allontana notabilmente da' limiti ordinarî di applicazione.

Ne' casi eccezionali, quando la strada ferrata deve attraversare con angolo molto acuto una comunicazione importante, della quale è impossibile cambiar la direzione, l' uso del ferro è dunque una necessità, alla quale sia d' uopo per forza sottomettersi?

Noi non possiamo ammetter ciò; che anzi vogliamo combattere, non solo con ragionamenti, ma con un esempio, tratto da uno de' più importanti lavori d' arte della strada ferrata da Parigi a Chartres (dopo i ponti di Maintenon e Chartres) l' opinione generalmente accreditata, che il ferro fuso debba rimpiazzare la pietra in tutt' i ponti di cui lo sbieco è molto pronunziato.

Esposizione dell' esempio citato. — La strada ferrata da Parigi a Chartres traversa la consolare n.° 10 da Parigi a Baiona, con un angolo di 36 gradi, nel mezzo del sobborgo di Chartres ed a 10^{m}. 50 al di sopra del lastricato di questa strada.

Sarebbe stato possibile, a tutto rigore, di diminuire di qualche grado lo sbieco di questo passaggio, ma per far ciò bisognava sacrificare gl' interessi d' un quartiere popolato, aprendo con grande spesa un' altra traversa.

Noi dovemmo rinunziare a questo progetto, ed affrontare francamente la difficoltà.

Volte costruite secondo il sistema elicoidale — Nel corso

delle stagioni de' lavori del 1845 e 1846, noi abbiam fatto eseguire nella seconda sezione della strada ferrata di Chartres, una decina di volte a sbieco, nelle quali l' angolo acuto ha variato da' 78 a' 60 gradi; l' uno di questi ponti, a dir vero di piccola luce, è stato pure stabilito con l' inclinazione di 45 gradi (1).

In queste volte, tutte costruite col sistema elicoidale ordinario, senza divisione per zone, non si è manifestato al togliersi della centina la menoma fenditura proveniente dalla spinta a vuoto (2); e ciò nondimeno noi non abbiamo osato, anche serbando tutte le precauzioni indicate dal sig. Lefort, costruire con questo sistema un ponte a sbieco a 36 gradi che per 9 metri di passaggio dovea avere $16^m.$ 20 di apertura secondo lo sbieco.

Archi di ferro fuso — D' altra parte degli archi leggieri di ferro fuso incastrati in que' massi enormi di $10^m.$ 50 di altezza produceano all' occhio uno spiacevole contrasto, che nuoceva all' insieme dell' opera, e che intanto era impossibile evitare.

Scelta del sistema di costruzione — Dopo lunghe esitazioni, dopo numerosi tentativi per trovare un metodo di costruzione al tempo stesso facile e ragionevole, nello insieme e ne' dettagli, noi ci siamo fermati alla seguente idea che riassume in poche parole tutto il nostro sistema.

Rimpiazzare nei ponti a sbieco gli archi di ferro fuso con archi di pietra.

Posto il principio passiamo all' applicazione.

Spalle — Le spalle hanno, come nelle volte ordinarie, i loro piani verticali paralleli all' asse di passaggio, solamente negli angoli acuti esse sono scantonate per una larghezza di $0^m.$ 80 perpendicolare a' fronti del ponte.

Un filare di pietre di taglio sporgente per un decimetro dal piano delle spalle, e la parte superiore del quale, formante il piano d' imposta della volta, è stabilita a $3^m.$ 20 al di sopra del lastricato, dimostra chiaramente il cambiamento di sistema: questo filare si arresta d' altronde su' fronti incontrando due pilastri sporgenti di quattro decimetri, che servon di cornice all' arco sbieco e lo distaccano da' muri che sostengono a destra ed a manca la strada ferrata nel suo passaggio attraverso il sobborgo (3).

Archi principali — Il ponte al di sopra dell' imposta è formato (Tav. I. fig., 2 e 3) da sei piccole volte rette AB, CD, EF, GH, IJ, KL situate, come gli archi ordinarî di ferro fuso, parallelamente all' asse della strada ferrata sotto ciascuna rotaia ed in corrispondenza di ciascun fronte, in modo da ricevere direttamente la pressione trasmessa nel passaggio de' convogli.

Dando, come noi abbiam fatto, 8 decimetri di spessezza a ciascuna volta, tutti questi piccoli archi si trovano distanti l' un dall' altro di 7 decimetri, ad eccezione di quelli del mezzo, che distano per $1^m.$ 06; ciascuno di essi essendo d' altronde diviso in due parti eguali dal piano verticale che passa per l' asse della corrispondente rotaia, il ponte ha la larghezza di $8^m.$ 66 misurata perpendicolarmente a' fronti.

Curvatura delle volte — La curvatura di questi piccoli archi, tutti eguali fra loro, è una semiovale a cinque centri di cui la corda è di $16^m.$ 20 e la freccia di 5 metri. Gli archi di fronte presentano esteriormente un archivolto di un metro di grossezza, gli archi interiori al contrario sono costrutti con pietre poste in chiave ed in grossezza (*carreaux et boutisses*) di $0^m.$ 90 e $1^m.$ 10 di coda e prolungati con pietre di taglio, le unioni delle quali formano continuazione co' tagli de' cunei.

Questi archi formano per così dire l' ossatura della volta; su di essi poggia tutta la solidità, il resto non è che

(1) Ponte costrutto a Chartres sul ruscello dell' Ave Maria nella vallata dell' Eure.

Questo ponte, di cui la sezione retta è un arco di tutto sesto di quattro metri di apertura, essendo sottoposto al riempimento, ha 36.m 80 di lunghezza: le parti vicine a' fronti sono le sole costrutte secondo il sistema elicoidale; le linee delle commessure delle parti a sbieco sono rivolte bruscamente, per divenire parallelle alle generatrici del cilindro in tutta la parta compresa tra' due piani verticali, i quali tagliando le spalle ad 1m. 80 dagli angoli acuti, dividerebbero in due parti eguali gli angoli formati da ciascuno de' fronti con la sezione retta; gli spigoli acuti della volta sono scantonati per mezzo di superficie gobbe (*cornes de vache*) che hanno origine su' piedritti, anch' essi scantonati per una larghezza di om. 50 perpendicolare a' fronti del ponte.

Questa disposizione, già impiegata in qualche strada ferrata del mezzo giorno della Francia, non è disaggradevole all' occhio e presenta nella sua esecuzione minori difficoltà che non gli accordi con curve continue, impiegati generalmente per passare da un sistema di volte a sbieco al sistema di volte rette.

(2) Il grand' arco del ponte sul fiume Eure, sbieco a 60 gradi, di 15 metri di luce misurata perpendicolarmente alle spalle ha presentato, al togliersi della centina, sulla faccia di sopracorrente una fenditura situata nella linea di rottura delle volte rette ordinarie; ma ciò deve attribuirsi all'assettamento naturale delle grandi volte, e non alla spinta a vuoto, perchè nessun movimento si è manifestato nel piedritto nè nelle volte.

D' altra parte non è poi sorprendente che un arco di figura semiovale ribassata al terzo, da cui si è tolta la centina parzialmente qualche giorno dopo posta in opera la chiave dell' arco di sopracorrente, abbia dato luogo ad un calo di pochi centimetri, di cui appena si sarebbe avuto sentore, se i timpani non fossero stati elevati sino all' altezza della chiave prima di togliersi la centina.

(3) I pilastri sporgenti che possono sembrare un lusso inutile nella costruzione di un ponte, erano quì resi necessarî dalle circostanze in cui eravamo: il ponte sulla consolare trovandosi nel mezzo di una curva di 800 metri di raggio, sarebbe stato impossibile di non dare a tutti gli archi la curvatura generale della traccia, se la continuità di questa curva non fosse stata interrotta dagli aggetti de' pilastri, fra' quali noi abbiamo sostituito alla curva di 800 metri di raggio la sua tangente nel mezzo del ponte.

Le cornice ed il parapetto rimettono però la curvatura uniforme per mezzo d' una leggiera differenza di quattro centimetri di sporto in tutta l' estensione della volta.

una parte accessoria, di cui la disposizione deve quasi unicamente servire ad ornamento dell'opera.

Archi secondarî — Per ben comprendere il rimanente della costruzione, consideriamo l'intervallo compreso tra i due archi consecutivi proiettati in AB A'B', CD C'D' (Tav. I. fig. 5. Tav. II. fig. 1.), *a* e *d* essendo le chiavi di queste volte; sulle due facce AB e CD, estradossiamo la pietra di taglio parallelamente e a 5 decimetri dal paramento nelle porzioni d'archi A*a*, D*b*; siano *mn* e *qr* le due curve d'estradosso; se noi proiettiamo tutt'i punti di queste curve sulle parti corrispondenti degli archi C*b*, *a*B in *op* e *st*, le superficie cilindriche *mnop*, *qrst* formate dall'insieme delle linee di proiezione e riunite naturalmente fra loro dalla piccola porzione *npqs* del piano orizzontale tangente a queste due superficie, formeranno l'estradosso che noi abbiamo adottato per l'intervallo compreso fra due archi consecutivi.

Modo di tracciare la curva d'estradosso — Queste curve d'estradosso tutte eguali fra di loro sono d'altronde facilissime a tracciarsi, dappoicchè si descrivono co' medesimi centri che sono serviti per costruire le porzioni d'archi principali A*a* e D*b*, e che non sono altro se non delle semiovali parallele alle curve d'intradosso degli archi corrispondenti.

Nell'esecuzione noi abbiam rialzato di qualche centimetro il mezzo del piano tangente *npqs*, col fine di evitare la piattabanda orizzontale che univa fra loro le due parti curve, e di sostituirvi una superficie di un effetto più piacevole all'occhio.

Tutte queste superficie, servendo di estradosso agli archi principali, sono com'essi costrutte a volte rette, su di una spessezza di 0^{m}. 50, la costruzione delle quali può essere del tutto indipendente da quella degli archi principali, purchè esse si formino sopra centine speciali.

Unione degli archi fra loro—Questo modo di costruzione applicato alle volte accessorie permette d'altronde di stabilire una connessione perfetta tra le diverse parti del ponte: basta per ciò di situare di distanza in distanza qualche cuneo di pietra di taglio o di pietra non lavorata, posto in modo che la sua faccia d'intradosso, prolungata da 15 a 20 centimetri, si appoggi al tempo stesso sù i due archi contigui.

Nel progetto da noi presentato ed approvato dall'amministrazione superiore verso la fine dell'anno 1845, noi abbiamo stabilito questo innesto ogni cinque cunei; ma nell'esecuzione, le nostre cave fornendo facilmente delle pietre di grandi dimensioni, noi abbiamo risparmiate le centine per le volte accessorie, facendo tutt'i cunei d'un sol pezzo e poggiandoli direttamente su gli archi principali convenevolmente estradossati.

Un incavo da 4 ad 8 centimetri ne' cunei corrispondenti a queste pietre d'innesto bastava per ricevere durante la costruzione questi materiali che doveano sostenersi da per se tostocchè le volte fossero chiuse. Qualche incavo più profondo, da 12 a 16 centimetri, assicurava la unione degli archi principali fra di loro.

Superficie generale d'estradosso. — In fine col mezzo di qualche metro di fabbrica ordinaria noi abbiamo rese regolari le superficie d'estradosso di tutte queste volte, per formarne una sola superficie storta destinata a ricevere la cappa che deve difendere l'opera da ogni infiltrazione.

La disposizione degli archi principali dà a tutta la costruzione un carattere di forza e di solidità, che non esclude l'eleganza, e che conviensi particolarmente a' lavori di strade ferrate.

Spinta generale diretta nel senso della massima resistenza delle spalle — Da ciò che precede si scorge, che l'insieme della costruzione si compone di una serie di volte rette parallele fra loro, e per le quali la massima contrazione al togliersi delle centine, e per conseguenza la massima spinta, ha sempre luogo parallelamente a' fronti, cioè nel senso della massima resistenza delle spalle.

Eccoci dunque, pel fatto medesimo del sistema, nelle migliori condizioni di stabilità possibile, e ciò qualunque sia lo sbieco del passaggio.

L'esperienza ha confermato pienamente le nostre previsioni su questo punto, dappoichè le volte del nostro ponte a 36 gradi, costrutte durante l'autunno e non terminate che al 1.° dicembre 1846, non han mostrato al togliersi della centina la minima traccia di fenditura o di cedimento.

Vantaggi del nuovo sistema. Applicazione a qualunque sbieco: spessezza delle spalle — Nelle volte costrutte co' sistemi ordinarî, la spinta a vuoto crescendo rapidamente al crescer dello sbieco, la grossezza delle spalle deve anch'essa aumentare, per distruggere costantemente gli effetti di questa pressione. Nel nuovo sistema al contrario l'accrescimento dello sbieco, fatta astrazione dall'aumento di larghezza, che ne è la conseguenza naturale, rende, per così dire, l'opera più resistente, dappoichè esso dà alle spalle una maggiore spessezza nel senso secondo il quale la spinta si esercita.

Da ciò dobbiamo necessariamente conchiudere, che il sistema di costruzione a volte separate può applicarsi a qualunque sbieco e che, fra' sistemi adoperati oggidì, è quello che per la medesima corda richiede la minore spessezza per le spalle.

Casi nei quali debbe farsi uso de' sistemi ordinarî — Nonostante i vantaggi incontestatili che presenta in molti casi il sistema di sopra descritto, noi siamo lungi dal credere che esso debba d'oggi innanzi essere esclusivamente adoperato nella costruzione de' ponti a sbieco, dappoichè, se da una parte esso procura qualche economia per la diminuzione di spessezza de' piedritti, e pe' numerosi vuoti lasciati tra gli archi principali, molti-

plica però molto le facce viste e gli angoli salienti, e si ha d'uopo per conseguenza d'una maggior quantità di pietre di taglio il prezzo elevato delle quali distrugge spesso l'economia che potrebbesi ottenere sulla quantità generale di fabbrica, di modo che risulta quasi in tutti i casi un leggiero aumento del prezzo totale dell'opera su quello che richiederebbe l'uno de' tre metodi indicati dal sig. Lefort (5).

Caso in cui debbesi usare la costruzione per volte separate — La costruzione per volte separate noi crediamo debba essere esclusivamente riserbata pe' numerosi casi ne'quali lo sbieco è troppo pronunziato perchè si possa con piena sicurezza costruire una volta in pietra con gli antichi sistemi; essa può, in tutt' i casi ne' quali l'altezza è sufficiente, rimpiazzare con vantaggio gli archi di ferro fuso, di cui il costo è molto più elevato (6), la spesa di mantenimento è molto più forte, e di cui la durata è oggidì ancora problematica, giacchè il ferro fuso resiste male alle scosse ed alle oscillazioni di ogni sorta che si presentano ad ogn' istante nel traffico di una strada ferrata.

Le piante, sezioni ed elevato del ponte sulla consolare n. 10 che noi uniamo a questo articolo, indicheranno sufficientemente i piccoli dettagli di esecuzione, che abbiamo omessi a bella posta per non descrivere che ciò ch' era proprio al sistema di costruzione che abbiamo usato.

L' esperienza avendo coronato di pieno successo il risultato delle nostre ricerche per la costruzione de' ponti a sbieco con volte separate, noi crediamo dover far conoscere questo sistema a' nostri colleghi col mezzo degli *Annali*, e saremo fortunati se questa comunicazione può esser loro di qualche utilità per le costruzione de' grandi lavori di strade ferrate che oggidì attraversano la Francia in tutt' i sensi (7).

(5) Il ponte sulla consolare costrutto nel sistema elicoidale sarebbe costato da 3000 a 3500 franchi di meno di quello che esso è costato col sistema adoperato: cioè circa 1/25 della spesa totale del ponte; ma, l' abbiam detto in principio, noi siam d' avviso che non sarebbe stato prudente far uso del sistema elicoidale per uno sbieco così pronunziato.

Avremmo potuto pure diminuire la spesa del novello sistema dando meno spessezza e meno sporto agli archi principali; ma nel caso particolare in parola, noi dovevamo dar loro forti dimensioni per metterli in armonia con l'importanza e l'altezza del passaggio.

(6) Il ponte della consolare costruito in ferro fuso non avrebbe consumato meno di 75 000 chil. di ferro, e la spesa totale, ricavata da calcoli comparativi fatti su' due sistemi, sarebbe stata aumentata di più di 20 000 franchi.

(7) La città d'Amiens ha fatto demolire nel 1845 un ponte sbieco a 52 gradi, costruito da più secoli col mezzo di archi paralleli addossati, risaltanti l' uno sull' altro; quest' opera trovavasi in uno stato di perfetta conservazione. La costruzione delle volte a sbieco per mezzo di archi addossati permette di dar loro una spessezza minore di quella che richieggono gli archi separati, e d' impiegarvi materiali di piccole dimensioni.

CONSERVAZIONE DEL LEGNAME

Molti mezzi sono stati sinora indicati ed usati con diversi risultamenti per preservare il legname adoperato nelle costruzioni dagli effetti dannosi dell' umidità e degl' insetti; crediamo far cosa grata a' nostri lettori, riportando taluni metodi novelli di recente proposti a tale oggetto.

Conservazione del legname nelle strade ferrate

Il sistema più generalmente adottato per impedire, che le traverse di legno, adoperate a sostenere le rotaie delle strade ferrate, marcissero, consisteva nel farle imbevere di una soluzione di solfato di rame, l' effetto del quale era di distruggere gl' insetti che soglieno attaccare il legname. Però siccome il solfato di rame è molto solubile nell' acqua, così la parte di esso penetrata nelle traverse per effetto della infusione era ben tosto portata via dalle acque di pioggia che facilmente attraversavano il tenue strato di terra, da cui que' pezzi erano coverti. D' altra parte, l' uso del solfato di rame era molto dispendioso, e non venivasi con esso ad impedire l' effetto delle gelate e delle variazioni atmosferiche sul legname. Per ovviare a questi inconvenienti il sig. Parisel, antico professore di Chimica, e fabbricante di prodotti chimici a Lione, proponeva (nel *Journal des chemins de fer*) di fare imbevere i pezzi, destinati per le traverse, di un liquido atto ad allontanare l' acqua, e che riuscisse al tempo stesso velenoso per gl' insetti. A tale effetto adoperava l' olio fisso risultante dalla distillazione del catrame, facendolo riscaldare sino a 100 gradi, ed immergendovi poscia i pezzi di legno, i quali a quella temperatura lo assorbivano con facilità. Il legname esposto all' aria dopo questa operazione rimaneva coverto da uno strato resinoso, e non era attaccato nè dagl' insetti, nè dall' umidità.

Un altro mezzo indicava lo stesso sig. Parisel, come egualmente efficace sebbene più costoso. Questo consisteva nel fare imbevere il legname della soluzione di solfato di rame col metodo ordinario, e poi disseccato immergerlo nel catrame distillato, uno strato del quale, che vi rimane all' esterno, lo garentisce dall' umido, mentre il solfato di rame impedisce che esso marcisca. Il catrame ordinario non produce, al dire del sig. Parisel, gli effetti del catrame distillato, poichè quello, non mai seccandosi, facilmente è portato via dagli oggetti che toccano il legname (1).

(1) Lo stesso sig. Parisel indica questo catrame distillato (*brai*) come eccellente cemento pe' lavori idraulici.

I sig. Hutin e Boutigny, in una memoria presentata all' accademia delle scienze in Francia, proponevano anch' essi un metodo per la conservazione del legname e specialmente delle traverse delle strade ferrate. Noi riporteremo l' estratto degli atti di quell' Accademia, inserito negli Annali di Ponti e Strade di Francia dell' anno 1848.

» Il legno, dicono i sig. Hutin e Boutigny, si distrugge per l' azione incessante dell' umido e dell' ossigene dell' aria atmosferica. Questi principî di distruzione penetrano fino al midollo per via di assorbimento ed infiltrazione. Per la loro presenza nel legno, e per la loro azione continua sulle fibre elementari, essi sviluppano una combustione lenta e spontanea, alla quale il sig. Liebig ha dato il nome di *eremacosia*. Questo penetrare degli elementi distruttori si effettua soltanto per le estremità del legno, e nel senso naturale della circolazione fisiologica. »

» Risulta da questi diversi fatti incontestabili, che se si pervenisse a sottrarre il legno dall' azione disorganizzante delle cause indicate, si potrebbe conservarlo indefinitamente. Da ciò risulta pure ad evidenza, che chiudendo ermeticamente le estremità assorbenti del legno, si fa per la sua conservazione quanto si deduce naturalmente da' dati della scienza, dell' osservazione, e dell' esperienza. »

» Passando poscia a rassegna i processi adoperati, o consigliati per l' oggetto, gli autori trovano che niuno ve ne ha, che raggiunga questo scopo in un modo soddisfacente; quindi espongono il processo da essi immaginato ».

» Il nostro processo, essi dicono, consiste a seccare le estremità del legno, a neutralizzare le loro proprietà igrometriche con un principio di combustione, ed a covrirle perfettamente con un mastice, che penetri tra le fibre, vi s' incorpori e le sottragga all' azione distruttiva del mezzo, nel quale esse son poste. Questo procedimento è semplice, speditivo, poco dispendioso, praticabile da persone anche le meno intelligenti, può eseguirsi da per tutto, e non richiede apparecchi o siti a ciò specialmente destinati. Ecco a che si riduce l' operazione. »

» 1.° Immergere l' estremità del pezzo di legno da conservare, in un carburo d' idrogene qualunque, l' olio di schisto per esempio, che penetra molto addentro e con rapidità. »

» 2.° Mettervi fuoco, ed al momento che la fiamma si estingue, immergere il legno per l' altezza di qualche centimetro in un mescuglio caldo di pece nera, catrame e gomma lacca, il quale è leggermente assorbito dalle fibre, e che forma a ciascuna delle estremità del legno una specie di chiusura ermetica, relativamente inalterabile. »

» 3.° Incatramare finalmente il legno per tutta la sua estensione co' procedimenti ordinarî. »

Sebbene questi metodi di conservazione non riguardino principalmente che le traverse delle strade ferrate, facilmente si scorge che essi possono adoperarsi ancora con successo in tutte le costruzioni nelle quali il legname trovasi posto in condizioni di simile natura.

Conservazione del legname adoperato nella costruzione dei solai.

Nell' *Artizan* (1849), foglio mensile di arti che si pubblica in Inghilterra, leggesi quanto segue.

» Allorchè la grossezza di un muro non eccede i 18 pollici, i travicelli che si appoggiano su di esso vi sono incastrati per circa un terzo od una metà di questa grossezza; allorchè i muri sono più grossi ed i travicelli hanno una lunghezza considerevole, essi possono essere incastrati per un piede; però quando i muri hanno meno di 18 pollici di grossezza i travicelli debbono passare per tutta la spessezza del muro, giacchè altrimenti la piccola porzione di fabbrica posta al di fuori della estremità di ciascun travicello sarebbe facilmente stritolata per effetto della pressione e della vibrazione. »

» Incastrando considerabilmente un travicello si ottiene non solo un appoggio, ma se ne *fissano* in certo modo le estremità e con questo mezzo si aumenta di molto la resistenza del legname (nella ragione circa di 5 a 3), e di più le vibrazioni risultanti dal movimento che ha luogo sul solaio sono diminuite all' estremità de' travicelli, e non hanno quindi un' influenza tanto distruttiva su'muri e particolarmente sulle loro superficie; se i travicelli sono incastrati per piccola lunghezza (specialmente, ne' muri che non sono de' migliori materiali e del miglior magistero) la vibrazione del solaio, agendo per tutta la lunghezza del legname, comunica ad esso un movimento di leva che scuote la parte incastrata, ed è per conseguenza di molto nocumento alla solidità del muro. »

» Si usa sovente di far poggiare le estremità dei travicelli che sostengono un solaio sopra di architravi in parte o in tutto internati ne' muri (a) sulla intiera lunghezza, dei quali si riporta ogni vibrazione, restandone così diminuito l' effetto. Con questo mezzo però la grossezza del muro è pure diminuita, e sebbene non siavi minor forza finchè il legname degli architravi si conserva, il caso diviene molto differente allorchè esso si altera, dappoichè un certo volume di legname marcito occupa allora il posto di un solido materiale, e l' intiero sostegno del solaio rimane distrutto. »

» Le grosse travi dovendo sostenere il peso di un area maggiore di solaio, sogliónsi conficcare più addentro ne' muri; le loro estremità debbono esser sempre incastrate colla

(a) Di questa disposizione fa parola il Cavalieri nella sua Architettura Statica ed Idraulica Vol. I. §. 267.

maggiore perfezione, appoggiandole su di un pezzo di pietra o di legno e, a meno che non si faccia uso di ottimi materiali, giova sempre di costruire, a cominciar da' fondamenti sino sotto alle teste delle travi, de' pilastri di buona pietra, che possono essere, se si vuole, risaltati sul muro. »

» Dovrebbesi tener sempre presente, che il modo di fissare il legname in un muro ha tanto effetto sulla stabilità di un solaio, quanto ogni altro mezzo che possa adoperarsi per assicurarne la forza. Rilevasi da una costante osservazione, che mentre le estremità delle travi incastrate ne' muri rapidamente si alterano, il rimanente del legname esposto all' azione costante dell' atmosfera rimane nello stesso stato nel quale era quando fu posto in opera; da ciò ha avuto origine il sistema di far appoggiare le estremità de' travicelli su pezzi sostenuti soltanto da mensole di pietra, o di metallo. Il marcirsi di una trave nella parte incastrata è oggetto di seria importanza, tanto per riguardo alla solidità di un edifizio, che per la sicurezza della vita umana; la solidità della intiera area di un solaio può venir messa in pericolo per una simile circostanza, e le spese per ripararvi son sempre gravi. »

» Il deterioramento delle estremità incastrate del legname si è attribuito all' azione della malta, composta di calce e sabbia, che scompone il legno e lo fa marcire, ma lo stesso effetto si è osservato anche dove non si era usato che dell' argilla; anche ne' casi ne' quali non si era adoperato nessun cemento, e che le estremità delle travi si erano fissate col solo poggiarle sulle facce delle pietre, l' alterazione del legname ha avuto luogo. È ora generalmente riconosciuto che l' umidità assorbita, e posta fuori del movimento dell' aria in contatto col legno, è la sola cagione del marcirsi delle estremità incastrate delle travi e de' travicelli, e molti mezzi sono stati tentati per opporsi a questo effetto nocivo, che è più dannoso in un clima umido che in un clima asciutto. Un mezzo, il quale sebbene non perfetto almeno ritarda questo effetto pernicioso, è di lasciare uno spazio aperto tra l' estremità del legno e l' esterno del muro, da esser chiuso soltanto allorchè le fabbriche sieno perfettamente asciugate. »

» Un altro mezzo è quello di estendere le estremità del legname sino all' esterno de' muri, come si vede in taluni antichi edifizî, specialmente in alcune chiese, e questo si è trovato efficace quando le gronde sono abbastanza sporgenti per guarentirle dalla pioggia; però se i muri sono molto grossi vi è d' uopo di una lunghezza di legname molto maggiore di quella che si richiede pel solido appoggio su' muri, e per ovviare a questo aumento di dimensioni si è usato di dare alle parti incastrate la sola lunghezza necessaria per la loro destinazione, di fissarle per solo contatto laterale e lasciare all' estremità del legno uno spazio aperto eguale all' area della sua sezione, e che si chiude al di fuori con una pietra forata da un numero di buchi sufficiente per dargli comunicazione coll' aria esterna. Questa precauzione è un progresso, ma essa non impedisce che l' umidità della fabbrica si trasmetta al legname per mezzo del contatto, e che quindi ne segua fermentazione e deterioramento della parte incastrata. »

» Rimuovere le cagioni di umidità e far circolare l' aria intorno al legname sono i mezzi più efficaci per assicurarne la conservazione. Il miglior sistema è quello di appoggiarne le estremità sopra sporti di pietra o di ferro, profondamente incastrati ne' muri, e tali da dare un sufficiente sostegno al legname, e da lasciare inoltre lo spazio di mezzo pollice circa fra le estremità di questo e la superficie del muro. Onde prevenire con maggior effetto ogni trasmissione di umidità dal muro all' estremità del legno, potrebbesi su questa applicare una foglia sottile di piombo (sebbene noi dubitiamo de' vantaggi da essa prodotti) e fare gli sporti traforati in modo che l' aria possa giungere almeno parzialmente alla superficie inferiore della parte appoggiata. »

» Pochi anni or sono, nell' abbattere una parte dell' antico castello della Roque d' Ondres in Francia, si vide che le estremità delle travi di quercia incastrate ne' muri erano perfettamente conservate, sebbene questi legnami fossero rimasti al loro posto, come supponevasi, per più di 600 anni. Tutte queste estremità incastrate erano interamente coverte da lamine di sughero. Nel demolirsi una antica chiesa di benedettini a Baiona, si trovò che le travi di abete erano marcite e rose da' vermi per tutta l' estensione, ad eccezione delle parti incastrate, le quali erano, come nel caso sopra menzionato, rivestite di lamine di sughero. Fra il sughero e la fabbrica era disposto uno strato di argilla grassa, e le parti del muro a rincontro della estremità del legname erano in mattoni. Sarebbe difficile credere che questi esempi straordinari di conservazione di legname fossero dovuti ad altro che al sughero, l' impermeabilità del quale è ben conosciuta, dacchè questa sostanza si usa non solo per contenere diverse specie di liquidi, ma ancora per coprire bottiglie contenenti liquori spiritosi. Con esperienze che parlano tanto a favore di un procedimento così semplice e poco costoso, è da confessarsi che esso merita di essere messo a pruova, specialmente per quegli edifizî ne' quali maggiormente si desidera di conservare il legname. »

» Per riguardo al sistema di rivestire le estremità del legname di foglie di piombo, rame, o zinco non devesi obbliare, che se il legno non è perfettamente secco, esso vi produce piuttosto una rapida alterazione invece di conservarlo, chiudendo tutti i pori pe' quali la rimanente parte di umidità poteva avere uscita ».

Galleria, e Ponte del Canale di Paddington

nella strada ferrata di Birmingham Bristol e Thames Junction.

Nell' apertura della strada ferrata di *Birmingham Bristol e Thames Junction*, nelle vicinanze di Londra, si è presentato un esempio di costruzione importantissimo per le difficoltà incontrate e per la novità de' mezzi adoperati a superarle. Il seguente ragguaglio, che ricaviamo dall'opera inglese del signor Simms intitolata *Opere pubbliche della Gran Brettagna*, servirà per darne un' idea a' nostri lettori.

Una novella linea erasi progettata, per congiungere fra loro le stazioni delle molte strade ferrate che partono da Londra pel mezzogiorno, per l'occidente e pel settentrione dell' Inghilterra e porle in comunicazione con la parte occidentale di quella città, e co' quartieri di essa ne' quali risiede il commercio. Per adempiere a questo scopo la novella linea, che fu detta *di Birmingham Bristol and Thames Junction* dalle diverse strade ferrate alle quali mette capo, dovea traversare il canale di navigazione di Paddington e la strada maestra che da Hammersmith conduce ad Harrow-Road. Siccome però quest' ultima strada doveva anch' essa attraversare il canale, fu deciso di deviare in parte il canale e la strada maestra, e far passare la strada ferrata sotto il canale nel punto stesso in cui esso era cavalcato dalla strada di Hammersmith.

Senza arrestarci alle ragioni di convenienza locale che dettarono questa disposizione, e che trovansi distesamente enumerate nell' articolo dell' opera citata, trarremo da esso soltanto quella parte che può dar luce intorno a quella interessante costruzione. Sebbene gli schiarimenti forniti da quell' articolo non siano sufficienti a far conoscere tutti i particolari dell' opera, pure con un attento esame delle figure che vi sono annesse se ne potranno rilevare i più importanti; di queste figure noi riportiamo nelle tavole II. e III. tutte quelle che possono servire a tale oggetto.

La strada ferrata passa sotto il canale di Paddington per mezzo di una galleria, che vedesi rappresentata in pianta nella fig. 5 tav. II e della quale le sezioni trasversale e longitudinale si scorgono nelle fig. 3 e 4; la lunghezza di questa galleria è di piedi inglesi 110, la sua massima larghezza, all' imposta della volta, è di piedi 24 e l' altezza alla chiave dal livello delle rotaie di 14 piedi e 3 pollici.

Quest' altezza, che sarebbe scarsa se per la galleria dovessero passare delle locomotive fornite di tubi per fumo, è più che sufficiente pel passaggio de' convogli, di qualunque specie sia il carico che essi portano, essendo questi convogli tratti da macchine fisse poste al di sopra di un piano inclinato, il quale ha principio all' uscita della galleria, ed è destinato per lo innesto di due tratti che sono di livello molto differente.

Essendo questa galleria il solo mezzo di comunicazione fra due stazioni appartenenti alla medesima compagnia, onde evitare ogni pericolo o imbarazzo nel traffico, si è formato lateralmente ad essa un corridoio pel passaggio de' pedoni che vedesi pure nelle fig. 3 e 5.

La volta di questa galleria è formata da un armatura di ferro fuso, detta nell' articolo inglese *crown* o corona, di un pezzo della quale la figura 1. tav. III rappresenta metà dell' elevato, e le fig. 2 e 3 della stessa tavola rappresentano la sezione trasversale, la pianta ed il modo d' unione cogli altri pezzi. Le dimensioni delle fabbriche di questa galleria sono di una leggerezza che può sembrare ardita, e che è dovuta all' uso de' mattoni compressi detti di Rhodes, posti in opera con cemento di pozzolana, invece de' mattoni e cemento ordinarî.

Il ponte, col quale la strada di Hammersmith cavalca il canale, è costrutto con un novello sistema, che consiste in sostituire alle catene adoperate ne' ponti sospesi ordinarî, degli archi di ferro fuso che sostengono le aste di sospensione dalle quali è retto il tavolato del ponte. Nella fig. 2. tav. II vedesi rappresentato l' elevato di questo ponte colla sezione, fatta per traverso, del canale e della galleria; nella fig. 6 è segnata la pianta del ponte medesimo col canale e la strada ferrata che passano sotto di esso.

Il ponte sul canale di Paddington ha 70 piedi inglesi di corda, una carreggiata di 20 piedi e due marciapiedi di 5. piedi ognuno; da ciascun lato di esso sono disposti due degli archi di ferro fuso di cui abbiam parlato (detti in inglese *ribs* o costole) e che sono congiunti fra loro alla cima come vedesi dalla pianta; le due coppie di archi sono anch' esse unite fra loro in quella parte che rimane al di sotto del tavolato. Le figure 7 ed 8 mostrano due sezioni trasversali del ponte, la prima eseguita nel mezzo e l' altra presso alle spalle; in queste sezioni si sono omesse le unioni fra le coppie di archi al di sotto del tavolato, però questa omissione è comune co' disegni originali che accompagnano l' articolo inglese.

Questo sistema di ponti, che è perfettamente l' inverso de' ponti sospesi a catene, è detto dall' autore dell' articolo dal quale ricaviamo questa notizia, sistema *di ponti sospesi ad archi di ferro (iron arch suspension bridges)*. Esso fu pure adoperato con successo dal sig. Leather di Leeds che costruì con questo metodo i ponti di Monk e Huntslet sul fiume Aire (de' quali il primo ha 112 piedi di corda ed il secondo 140, ed ambedue hanno la larghezza di piedi 38) ed un ponte canale presso Wakefield, che ha 150 piedi di corda e che serve a far passare la navigazione dell' Aire e Calder al di sopra del fiume Calder. I ponti del sig. Leather differiscono però da quello costrutto sul canale di Paddington, giacchè ne' primi cia-

scun lato del tavolato è sostenuto da un solo arco in vece di due; però la disposizione dell' ultimo presenta maggiori vantaggi, dappoichè essa distribuisce meglio la spinta sulle spalle, ed è ancora più opportuna pel caso nel quale una gran calca di gente si affollasse da un solo lato del ponte.

La costruzione del ponte e della galleria sotto il canale fu intrapresa da' signori W. e L. Cubbitt per la somma di lire sterline 7680.

NOTIZIA

Intorno ad un nuovo scandaglio a correttore mobile.

Pel sig. Guillet, Conduttore di Ponti e Strade.

(Annales des Ponts et Chaussées 1848)

Gl' ingegneri incaricati degli studî di miglioramenti pe' fiumi, sono obbligati a fare eseguire degli scandagli, onde conoscere le profondità dell'acqua. Questa operazione è necessaria tanto se si tratta di rilevare un profilo longitudinale o de' profili trasversali nella linea delle massime profondità (*thalweg*) percorsa ordinariamente da battelli, quanto se debbesi ricercare il sito conveniente per lo stabilimento di opere idrauliche in un fiume, come chiuse, pescaie, ponti ec.

L' istrumento che si adopera d'ordinario per questa operazione, si compone di una pertica cilindrica dipinta a bianco, e divisa in metri, decimetri ec.

Le divisioni corrispondenti a' metri sono segnate con cifre rosse e con cifre nere quelle corrispondenti a' decimetri.

Ora non havvi alcuno, che avendo eseguite simili operazioni, non abbia osservato quanto questo istrumento lascia a desiderare. In effetti gli scandagli si computano sempre dalle acque più basse, e non mai accade che il bisogno dell' operazione si manifesti per l'appunto quando esse sono in quello stato. Il più delle volte esse sono più elevate, e come queste misure di profondità debbon rapportarsi al piano delle acque basse, ne segue che quando l' operazione richiede qualche tempo, l' operatore deve notare esattamente gli scandagli rilevati in ciasun giorno, perchè possa, al termine del lavoro, sottrarre da ciascuna delle cifre date dallo scandaglio l' altezza alla quale le acque trovavansi al momento dell' operazione sul livello delle acque basse. Allorchè l' operazione dura più giorni, è raro che non siavi da un giorno all' altro una differenza in aumento o decrescenza delle acque, e quindi una quantità differente da sottrarre, negli scandagli di ciascun giorno per riferirli tutti al piano medesimo. Ma se inoltre durante il tempo dell'operazione la differenza di livello da un' ora all' altra è tale da doversi tenere in conto, si avranno delle correzioni a fare non solo sugli scandagli giornalieri, ma quasi su quelli di ogni ora. Al termine del lavoro specialmente l' operatore potrà giudicare di tutti gli inconvenienti, dovendo fare altrettante sottrazioni quanto è il numero delle cifre, e variando per ogni istante le quantità da sottrarsi. Oltre al tempo che richiede questo lavoro minuto, esso moltiplica le probabilità degli errori.

È facile ancora osservare l'imperfezione dello scandaglio ordinario in un' altra circostanza, quando cioè si tratta della ricerca di una profondità d'acqua conveniente, in un sito d' un fiume dove qualche opera deve stabilirsi, poichè allora per ogni scandaglio è necessaria una correzione per riportarlo al piano delle acque basse, e questa operazione dovendosi eseguire a memoria, per non perdere un tempo considerabile, tiene l' operatore preoccupato in modo che esso può mal giudicare dello studio propostosi; talvolta ancora, se non si ha una certa abitudine a'calcoli mentali, la correzione non può eseguirsi all' istante, e ne risulta, come abbiam detto, che lo studio locale riesce imperfetto.

Infine nelle operazioni di cavamento di fondo (*dragage*), nelle quali è necessario di ottenere un piano perfettamente regolare, è d' uopo ogni giorno (e spesso più volte in un giorno) fare un segno sull' asta dello scandaglio, per correggere la differenza dal piano delle acque del fiume al livello delle acque basse. Questo segno si fa con un pezzo di corda che si attacca sullo scandaglio, per ritrovare facilmente il grado sino al quale esso deve immergersi. Ma allora le probabilità di errori si moltiplicano se il segno male attaccato si muove, se non è cambiato con attenzione, o se soltanto le addizioni e sottrazioni affidate alle cure di un soprastante (spesso di un semplice operaio) sono mal calcolate.

Avendo avuto occasione di giudicare di questi inconvenienti, ci è venuto in pensiero di far costruire uno scandaglio, di una disposizione che noi crediamo nuova, sul quale si farà dapprima una correzione in funzione dell'altezza dell' acqua, e che darà in seguito la profondità esatta come se l' operazione si eseguisse al momento in cui le acque sono al più basso livello. Daremo sommariamente la descrizione di questo strumento, ed in seguito ne mostreremo in poche parole i vantaggi.

Descrizione del nuovo scandaglio—Il nuovo scandaglio si compone in primo luogo di un pezzo simile all' intutto a quello di cui si fa uso ordinariamente, cioè di una pertica cilindrica di 4 metri di lunghezza e di circa 4 o 5 centimetri di diametro, dipinta a bianco, sulla quale sono segnate le divisioni metriche. Come abbiamo già detto di sopra, una cifra nera mostra ciascun deci-

metro, ed onde segnar bene le divisioni fra' metri vi si sono dipinte delle cifre rosse più grandi delle precedenti.

Nella faccia posteriore di questa pertica, a cominciare dal suo piede, è praticata una scanalatura lunga 2m.50, profonda circa 0m.013 e larga 0m.011. Questa scanalatura è occupata da un' asta di ferro (1) a sezione quadrata di 0.m 01 di lato che può scorrervi dentro a volontà. Per impedire che essa esca lateralmente si è posto ad ogni 0.m 50 un pezzo di lamina di ferro incastrata nel legno e ritenuta con un conveniente numero di viti, in tal modo l' asta di ferro non può muoversi che nel senso longitudinale della scanalatura; d' altronde, essendo necessario di poterla fissare solidamente a quell'altezza che si vuole, si è adattata al piede dello scandaglio una vite di pressione che agisce direttamente sull' asta, come nelle biffe a mira mobile, e può fermarla in conseguenza nella voluta posizione. Inoltre per fissare meglio e con maggior solidità l' asta di ferro si è adattata una seconda vite di pressione, quasi simile all' altra, ad un collare che circonda tutto lo scandaglio alla distanza di 0m.50 dal piede.

L' asta mobile tiene una divisione metrica dal suo piede sino all'altezza di 2m., il suo estremo è munito di una lamina di ferro di figura circolare disposta in un piano perpendicolare all' asta medesima, e destinata a presentare una certa superficie allorchè si opera con quell' estremo, ed a non farla facilmente penetrare nel fondo del letto del fiume. La grossezza di questa lamina è compresa nella lunghezza dello scandaglio, mentre che l' abbassamento dell' asta, col quale si misura l' altezza dell' acqua sul piano delle acque basse, non è computato che dalla superficie superiore della lamina stessa.

Uso del nuovo scandaglio—La semplice lettura della descrizione qui sopra riportata, basta per far conoscere immediatamente la funzione dell' asta mobile; si vede che essa non ha altra destinazione se non quella di servire come *correttore*, ricevendo da principio una disposizione tale, che per la misura di ciascuna altezza lo scandaglio dia la stessa cifra ch' esso segnerebbe se le acque fossero al più basso livello al momento dell' operazione.

Questa disposizione consiste per conseguenza nel fare uscire l' asta dal piede dello scandaglio per una lunghezza eguale alla differenza di livello fra il piano delle acque nel giorno dell' operazione e quello delle acque basse. Con questo allungamento si dà allo scandaglio un eccesso di lunghezza esattamente eguale all' abbassamento fittizio del piano dell' acqua.

Tale è in breve la funzione dell' asta mobile adattata allo scandaglio ordinario, e noi crediamo che l' uso di essa presenterà qualche vantaggio nella pratica, poichè in fatti è sufficiente che al momento dell' operazione si conosca l' altezza dell' acqua dal livello delle acque basse perchè, dopo aver fatta la correzione sullo scandaglio, esso dia costantemente le cifre tali quali esse debbono essere segnate su' disegni.

In una parola: vantaggio di conoscere immediatamente la profondità d' acqua al disotto del livello delle acque basse; conservazione su' libretti di operazione delle cifre definitive, senza alcuna correzione necessaria; facilità d'immersione dello scandaglio, dappoichè la leggerezza dello scandaglio ordinario rende difficile d' introdurlo nell' acqua, specialmente ad una certa profondità, e più difficile ancora di mantenerlo in una posizione verticale allorchè la corrente tiene una certa energia. Col nuovo scandaglio, al contrario la parte inferiore essendo composta di una semplice asta di ferro, basta abbandonarlo a se stesso perchè scenda subito verticalmente a cagione del suo peso, equilibrato con quello del volume dell' acqua che esso scaccia e colla debole superficie ch' esso espone alla corrente.

Tali sono i principali vantaggi che ci sembrano risultare dall' uso di questo nuovo istrumento.

(1) La massima lunghezza dell' asta mobile si è fissata a 2m. 50 perchè sia possibile di farla muovere per 2. metri e che restino 0m. 50 per fissarla in questa posizione; è raro che per eseguire degli scandagli si scelga un momento nel quale le acque sono per più di due metri superiori al piano delle acque basse, pure, se si volesse far ciò, sarebbe facile di portare questa lunghezza da 2m. a 3m. 50. Noi crediamo però che quest' ultima quantità debba essere il limite estremo, poichè essa dà allo scandaglio una lunghezza totale di 6m. 50, e sarebbe a temersi che una lunghezza maggiore non rendesse lo strumento poco maneggevole.

ISTRUZIONE TEORICA E PRATICA

1°. Sulle diverse cause dell'umidità e de'suoi inconvenienti per riguardo alle costruzioni in generale ed alle abitazioni;

2°. Su'mezzi diversi di prevenire questi inconvenienti nell' esecuzione delle costruzioni, di farli cessare e di preservarne le costruzioni esistenti.

Pel Sig. Leone Vaudoyer Architetto (a)

Delle diverse cause dell' umidita'.

L' umidità che si produce nelle costruzioni è dovuta a diverse cagioni; essa si manifesta in modi diversi nelle parti inferiori degli edificì. Nel pian terreno essa penetra dai muri e dal suolo.

(a) Questo articolo, che la *Revue générale de l' Architecture* riporta dal bullettino della Società d' Incoraggiamento di Francia, ha riscosso un premio di 2 000 franchi proposto dalla Società medesima per la migliore istruzione teorica e pratica intorno a' mezzi di

I muri di cui si compongono le costruzioni sono di due specie: i muri di faccia, quelli cioè che determinano il perimetro esterno di un edifizio, e quelli di tramezzo compresi fra' primi, e che servono a formare le principali divisioni di cui si forma l'insieme delle interne distribuzioni.

Da ciò si vede che i muri di faccia hanno necessariamente una delle loro superficie esposte all'esterno, dappoichè essi hanno come ogni altra costruzione la loro base sul suolo naturale e sono in contatto diretto con questo suolo medesimo per tutta l'altezza della loro fondazione e per l'altezza di un piano sotterraneo, o delle cantine, se ve ne sono; soltanto in quest'ultimo caso il contatto ha luogo da un solo lato.

Le condizioni de' muri di tramezzo sono del tutto differenti, poichè, se vi sono delle cantine, essi non trovansi a contatto col suolo se non per mezzo delle loro fondazioni, e a partire dal livello del suolo interno essi sono al coverto di ogni influenza atmosferica esteriore. Esaminiamo ora secondo quali leggi l'umidità s'introduca in queste due specie di muri.

Per le leggi fisiche, l'umidità del suolo tende costantemente a penetrare, con qualsiasi direzione, i corpi igrometrici che essa incontra; risulta da ciò che i muri degli edifizî assorbiranno dal suolo una certa quantità di umidità da tutti i punti in cui si trovano in contatto diretto con esso; cioè, se vi son cantine, i muri di faccia assorbiranno l'umidità dalla base e da una delle loro superficie, ed i muri di tramezzo dalla sola base. Che se non vi sono cantine o sotterranei, i muri di faccia e quelli di tramezzo si troveranno nella stessa posizione, per la parte di essi posta al disotto del livello esterno del suolo.

Ma son forse queste le sole cause dell'umidità che si incontra d'ordinario nelle parti inferiori degli edifizî? No per certo; ed è ben facile il dimostrare che pe' muri di faccia ve ne sono altre, non meno dirette, sebbene meno costanti; intendiamo parlare cioè dell'acqua di pioggia che il vento spinge sulla superficie de' muri, il piede de' quali trovasi così bagnato dall'acqua che lo colpisce direttamente, e da quella che scorre lungo la facciata. Si supponga per poco un tetto sprovvisto di gronde e si comprenderà agevolmente l'accrescimento dell'umidità prodotto nella parte bassa de' muri dallo stillicidio di questo tetto.

Così dunque possiamo oramai considerare come abbastanza stabilito, che nelle costruzioni ordinarie, l'umidità penetra nella parte inferiore degli edifizî: 1.° dal piede de' muri; 2.° dalla superficie di questi muri che sono in contatto diretto col suolo; 3.° dalla superficie esterna de' muri medesimi esposta alla pioggia ed alla umidità dell'atmosfera. È bene di avvertire che l'influenza di queste cause diverse si esercita in ragione della natura del suolo, del clima in cui son posti gli edifizî, della loro esposizione, della qualità de' materiali adoperati, de' modi diversi di costruzione, ed infine di tutte le condizioni particolari in cui possono trovarsi gli edifizî di cui è quistione.

Oltre l'umidità che penetra ne' muri per le vie testè indicate, dobbiamo notare quella che si mostra sulla superficie medesima del suolo interno de' piani terreni, e spiegare in qual modo essa possa giugnervi.

Se il suolo interno di un'edifizio è stabilito sia per mezzo di un pavimento di lastre di pietra qualunque o anche di mattoni, sia per mezzo di un tavolato poggiante direttamente sul suolo naturale, è certo che, il terrapieno posto al di sotto di questo suolo contenendo oltre alla sua propria umidità quella che vi penetra a traverso i muri e per di sotto alle fondazioni de' muri stessi, esisterà in tutta l'estensione del pian terreno una umidità costante, capace di esercitare la sua influenza su' corpi i quali si trovano in contatto diretto colla superficie del suolo. Si è creduto sovente che, per diminuire questa influenza, bastasse di elevare il suolo interno del pian terreno ad un livello superiore a quello del suolo esterno; però questo mezzo non può avere l'efficacia che da esso si spera se non quando vi sieno delle cantine o un isolamento al di sotto del suolo, giacchè potrà così trovarsi un mezzo di ventilazione molto più facile; e la parte inferiore de' muri di faccia, più esposti all'azione della pioggia, trovandosi così ad un livello diverso dal suolo interno, non potrà più trasmettere nell'interno dell'edifizio l'umidità che penetra dalla superficie esterna. Più innanzi vedremo come queste disposizioni sieno anch'esse insufficienti; per ora ci basterà di stabilire, 1.° che, a meno di particolari precauzioni, il pavimento del pian terreno d'un qualunque edifizio, stabilito allo stesso livello del suolo esterno e direttamente su di questo, ne prenderà costantemente umidità; 2.° che se il livello del suolo interno è più elevato di quello del suolo esteriore, ma che pure riposi direttamente sul terrapieno compreso fra' muri dell'edifizio, conserverà quasi i medesimi dati di umidità del caso precedente, supposte analoghe le altre condizioni; 3.° che questi dati saranno diminuiti in modo molto notabile se il suolo interno è stabilito al di sopra di cantine; 4.° che essi dati infine saranno ancora minori senza cessare tuttavia, se questo suolo è al tempo medesimo sopra di una cantina, ed elevato per una certa altezza al di sopra del suolo esterno.

In quanto alle cagioni a cui debbono attribuirsi questi differenti risultati, crediamo ch'esse siano troppo facili a dedurre perchè sia d'uopo entrare in maggiori particolari su questo soggetto. Solo aggiungeremo che queste cagioni dipendono dalle condizioni particolari nelle quali

---

prevenire o di far cessare gli effetti dell'umidità nelle costruzioni. Le note dell'autore e quelle del sig. Janniard uno de' compilatori della *Revue* essendo molto interessanti e molto numerose abbiam creduto doverle riportare dopo il testo per non interromper troppo le pagine con frequenti richiami.

gli edifizî posson trovarsi, e che troppo lungo sarebbe lo enumerare.

Tra le cause diverse che influiscono sulla proporzione colla quale l'umidità progredisce ne' piani terreni, vanno messe in prima riga quelle che risultano dalla natura medesima del suolo sul quale le costruzioni sono stabilite.

Si comprende inoltre che la vena di acqua può incontrarsi ad una profondità più o meno grande dalla superficie del suolo, che un edifizio può trovarsi a maggiore o minor distanza da un fiume e quindi più o meno esposto alle sue piene, che i terreni sono di diversa natura come le rocce, le crete, le argille, i terreni sabbionosi, ec., e che per conseguenza possono esser più, o meno permeabili, e più o meno accessibili all'umidità.

In quanto all'influenza del clima, essa è troppo ben conosciuta perchè sia d'uopo di arrestarvisi; lo stesso è delle influenze diverse, che risultano incontestabilmente dall'esposizione degli edifizî. Esaminando quattro facciate situate a diversa esposizione, si potrà riconoscere che quelle esposte all'ovest ed al nord subiscono un'influenza funesta dalla temperatura, mentre che sulle altre questa influenza si esercita meno sensibilmente (1) ed è combattuta d'altra parte dall' azione salutare del sole (2). Fra le condizioni particolari che possono influire sulla maggiore, o minore facilità, con la quale l'umidità penetrerà nel suolo prossimo agli edifizî, bisogna far menzione di una, ch'è senza dubbio la meno equivoca: quella cioè nella quale si trova un terreno lastricato in confronto di uno che non lo sia. Così, ponendo mente alla quantità d'acqua che la pioggia spande sulla superficie del suolo d'una città, a fare scorrere la quale è d'uopo di costruire de' condotti di grande sviluppo, si può esser convinti, che questa quantità di acqua, è in meno nello interno del suolo; niente, per esempio, è tanto sensibile quanto la differenza, che vi è tra l'umidità del terreno d'un giardino, e quella del terreno di un cortile lastricato, di cui la pendenza sia regolata in modo da facilitare lo scolo delle acque. Si può facilmente dedurne, che le costruzioni in contatto con l'uno o l'altro di questi terreni si troveranno in condizioni ben diverse per l'umidità che possono riceverne. Per parlare ancora delle situazioni particolari nelle quali gli edifizî possono trovarsi, noi citeremo quella d'un edifizio elevato su di un declivio, ed addossato ad un terrapieno per un de' suoi lati, e che si trova perciò sottoposto ad un suolo in pendenza, dal quale le acque tendono a scendere verso la costruzione, ed a mantenervi l'umidità se non si prendono le necessarie precauzioni per guarentirnelo.

Si possono anche presentare per le costruzioni moltissime condizioni particolari, le quali ci pare che ognuno possa facilmente comprendere, e che noi ci dispensiamo di enumerare, tanto per la difficoltà di prevederle tutte, che per non dilungarci molto su tale argomento.

Ora che crediamo aver a sufficienza dimostrato quali sieno le diverse cause dell'umidità, quali sieno le vie per le quali essa arriva ad invadere le costruzioni, le condizioni diverse e particolari che possono influire sulla proporzione con la quale la sua azione si produce e si esercita su queste medesime costruzioni, così nello interno come allo esterno, noi passiamo ad occuparci a mostrarne gl'inconvenienti, e ricercare *quali sarebbero i mezzi, sia di prevenirli nello eseguire le costruzioni, sia di farli cessare o guarentirsene nelle costruzioni esistenti.*

Per rendere evidenti gl'inconvenienti risultanti dall'umidità che penetra nelle costruzioni, è d'uopo di stabilire primieramente, che gli ostacoli che potrebbe incontrare nella natura de' materiali sono ben lontani dall'esser tali quali si suppongono; perchè i materiali impiegati per solito nelle costruzioni, legno, mattoni, pietre di taglio, pietre tenere, pietre calcari, senza nemmeno eccettuarne il marmo ed il granito, sono tutti più o meno igrometrici, val quanto dire che posti nell'acqua, o mantenuti in un'atmosfera umida, dopo averli prima pesati perfettamente asciutti, non ve ne ha alcuno che pesato di nuovo non dia un peso maggiore risultante dalla dose di umidità assorbita.

Non è dunque unicamente con l'uso di tale o tal'altra pietra che si può far fronte all'umidità, che tende sempre a penetrar ne' corpi igrometrici che incontra; perchè l'umidità che trovasi nel suolo ad una certa profondità tende incessantemente ad invadere le parti momentaneamente rese asciutte dall'aria atmosferica o dal sole; cioè che quando l'umidità sparisce dalla parte superiore del suolo, per la mancanza di piogge, essa tende costantemente a risalirvi dagli strati inferiori per effetto della capillarità, al pari dell'umidità che è di alimento alle radici degli alberi, che vi perviene spesso da una grande profondità. Ma per rendere questo effetto ancora più sensibile supponiamo una colonna monolita, sia se vuolsi pure di granito, della quale il piede sia immerso in un bacino pieno di acqua; supponiamo di più che tutta la colonna si trovi al coverto dal contatto dell'aria atmosferica, ch'essa possa esser posta per esempio sotto una campana nella quale si sia fatto il vuoto; si osserverà costantemente che l'umidità dopo un certo periodo di tempo s'introduce nel fusto della colonna e si eleva fino ad arrivare alla sommità, ammesso però che nessuna causa di asciugamento esterno sia sopraggiunta (3).

Serviamoci ancora dell'esempio di questa colonna per dimostrare che l'umidità non abbandona mai i corpi che ha invasi, e che non può esser assorbita che per l'azione dell'aria o del calorico. Così supponiamo che questa colonna saturata di umidità sia con un mezzo qualunque disseccata nella parte superiore; l'umidità sparirà nelle parti dove l'aria o il calorico sieno giunti ad

assorbirla ; ma essa, tosto che queste cause cesseranno di agire, dalla parte inferiore si diffonderà di nuovo nella parte superiore.

Noi conchiudiamo da ciò, che l'umidità che incontra un corpo igrometrico lo penetra in tutt'i sensi in modo sempre crescente, se non è combattuta dall' azione di una causa assorbente o disseccante.

Così dunque un muro di pietra di qualsiasi natura, potrà esser penetrato dall' umidità che esiste nel suolo, e che s' introdurrà in tutte le direzioni, per tutt' i punti nei quali il muro è in contatto con esso. Aggiungiamo che l' altezza alla quale arriverà questa umidità (4) non può determinarsi, che essa può elevarsi ad un livello molto superiore a quello del suolo, e che se arrivata ad un certo punto progredisce più lentamente, ciò è effetto del rapporto ch' esiste tra le cause dalle quali questa umidità è prodotta e l' influenza contraria della temperatura dell' atmosfera, rapporto in ragion del quale l' equilibrio cerca di stabilirsi. Si comprende benissimo che la parte inferiore di un muro nella quale sia penetrata una certa dose d'umidità al principio della state, ne conterrà in una proporzione sensibilmente minore alla fine di questa stagione, specialmente se riceve l'azione diretta del sole, e che l'inverno seguente l'umidità giungerà di nuovo alle parti dalle quali temporaneamente era stata respinta (5).

Inconvenienti dell' umidita'.

Quantunque gl' inconvienti dell' umidità sieno ben conosciuti, noi crediamo dovere, prima d'indicare i mezzi che proponiamo per combatterli, ricordarne i principali: bisogna porre in primo posto l' insalubrità risultante dalla permanenza dell' umido ne' luoghi abitati, quindi la distruzione ch' esso produce di tutti gli oggetti, che sono di natura tale da soffrirne; così gl' intonachi si distruggono e cadono, i tavolati i solai marciscono, le pitture si staccano, le carte se ne imbevono e si scompongono, le stoffe si alterano, i mobili, i quadri, i libri, ed infine tutto ciò ch' è costume di conservare negli appartamenti è esposto ad un deterioramento certo. Di più gli stessi muri costrutti in pietra, in mattoni, o legno van soggetti ad un alterazione progressiva, che può divenire nocevole alla loro solidità. Nelle facce esteriori, la degradazione comincia nelle commessure, per le quali non si ha sempre la cura di usare i cementi opportuni (6) Ne segue (e sarà ciò sempre difficile ad evitarsi) che la sostanza interposta fra i filari di pietra, essendo d'ordinario più permeabile della pietra stessa, è la prima a decomporsi, che le commessure si scavano, e che l' umidità, trovando un appoggio, si arresta fra le due pietre. Queste parti umide, essendo esposte in seguito alle alternative delle gelate, del loro scioglimento e del calore, finiscono col decomporsi e ridursi in polvere.

La commessura, trovandosi così slargata, offre maggior accesso alla distruzione, e se non vi si apporta un rimedio efficace, l' umidità fa sviluppare la vegetazione, che accelera la ruina delle costruzioni, alla quale vengono ancora a contribuire numerosi insetti (7). Oltre quest' inconvenienti materiali proprî al nostro metodo di costruire, nasce da questo sistema d' interporre il cemento tra le pietre un effetto molto disgradevole all' occhio, e che distrugge l' unità delle forme architettoniche, come si può giudicarne dalle colonne della Maddalena, del Panteon, della Borsa, o dalla costruzione dell'arco di trionfo del Carrousel, che pur nondimeno è stata fatta con la più grande cura (8).

Imperfezione de' mezzi usati per combattere gli effetti dell' umidità.

Finora si è posto mente più a combattere gli effetti dell' umidità ed i suoi inconvenienti negli edifizî già costrutti, che a prevenirli nelle novelle costruzioni.

Per opporsi agli effetti dell' umidità, si è ricorso generalmente a degl' intonachi o a de' cementi detti *idrofughi* applicati sulle facce interne de' muri, in modo da sostituire, col mezzo di un novello intonaco supposto impermeabile, una superficie asciutta ad una superficie più o meno umida.

Senza farci ad analizzare la composizione e la qualità de' diversi cementi adoperati a quest' uso, nè pretendere di dar parere sul grado di efficacia che si è potuto riconoscere in essi, non esitiamo a dire, che tutte le composizioni, più o meno giudiziosamente combinate, non sono che un rimedio imperfettissimo e quasi nullo, dappoichè non distruggono la prima e vera causa del male che si cerca di evitare.

Ora l' umidità è un flagello che ha un' azione continua che non può arrestarsi, e che non può esser diminuito o distrutto se non dall' azione dell' aria. Non temiamo dunque di asserire, che tutti questi pretesi intonachi idrofughi non sono che de' palliativi capaci di occultare per un tempo più o meno lungo il male senza mai distruggerlo ; che essi hanno pure sovente il grave inconveniente di aumentarlo, diminuendo le probabilità di assorbimento, e che in luogo di giovare all' asciugamento delle costruzioni, essi contribuiscono a mantenervi l'umidità, della quale le cause prime persistono sempre e gli effetti dannosi continuano ad esercitare un' influenza funesta. Pur tuttavia è d' uopo fare qualche eccezione, per quanto riguarda l' uso di questi diversi cementi, secondo la loro specie e le loro proprietà, in certi casi particolari. Queste eccezioni sono specialmente applicabili all' intonaco de' sig. *Thénard* e *d' Arcet*, che pe' dati a' quali deve soddisfare, ha ottenuto un successo incontestabile e di già sanzionato da un' esperienza di molti anni.

È dunque il principio stesso del male che fa d' uopo considerare, per neutralizzarlo, se è possibile; poichè arrestandolo sin dalla sua origine si può solo giungere ad annullarne gli effetti. Le cause dell' umidità e del suo progredimento essendo ora note, sarà più facile di trovare i mezzi di prevenirla, e di combatterla: questi mezzi debbon sempre avere per oggetto d' impedire all' umidità di penetrare nello interno de' muri; poichè appena essa vi è penetrata è quasi impossibile di distruggerla (9).

(Sarà continuato.)

NOTE.

(1) Vi sono delle pietre, che si alterano più rapidamente al mezzogiorno che al nord, come, ad esempio, quelle della galleria del Louvre dal lato sud citata dall'autore di questo articolo nella nota seguente, e le ali del sud di Notre-Dame di Parigi che sono state riparate da questo lato e che erano in buono stato al nord. Non pertanto è da presumersi che si sia adoperata la stessa pietra ne' due lati ne' livelli corrispondenti, giacchè è uso di costruire insieme i due lati opposti della stessa parte di un edifizio. Le pietre di gesso si alterano ancora rapidamente al sud, e durano lungo tempo al nord. (*Nota del Sig. Janniard*).

(2) L' azione salutare del sole dev' esser presa, secondo noi, in grande considerazione; l' esperienza lo dimostra: così per esempio nel nostro clima quantunque il vento del nord spinga l' acqua sulle facciate, che si trovano in quella esposizione, esse sono però quelle, che rimangono meno umide, e che sono meno rapidamente deteriorate, mentre quelle esposte al nord, e che debbono solo temere le piogge spinte dal vento nord-ovest, soffrono molto più per le variazioni atmosferiche; questi effetti debbon quindi attribuirsi all' azione del sole, perchè l' influenza che può esercitare su queste facciate il vento del sud, o del nord-est ci sembra molto secondaria. In Italia cade maggior quantità di acqua annualmente, che non in Francia, ed intanto le costruzioni hanno meno a temere l' umidità, e ciò pel calore del sole, che alternando con le cause che potrebbero produrla, le rende quasi nulle. È sopra tutto la costanza dell' umidità, ch' è nociva. A Parigi basta esaminare le facciate degli edifizî situati al nord, e paragonarle con quelle degli edifizî al mezzogiorno, per convincersi della differenza notabile che esiste tra di esse.

In Francia, le facciate poste nelle condizioni più sfavorevoli sono quelle esposte all' ovest, perchè esse ricevono la pioggia direttamente ed il sole non vi giunge che quando, prossimo all' orizzonte, ha perduto la sua forza. Al contrario le facciate esposte all' est si trovano nelle condizioni le più favorevoli, perchè sono interamente riparate dalle pioggie, e sono colpite per gran parte della giornata da' raggi del sole.

Ammettendo che le facciate esposte a mezzogiorno sono in condizione migliore, è da intendersi che bisogna fare astrazione dall' alterazione che possono provare queste facciate pel cattivo uso o per la cattiva qualità de' materiali. Noi citeremo come esempî molte parti della galleria del Louvre, sulla banchina, dove alcune pietre si trovano perfettamente decomposte, mentre le parti vicine sono in uno stato soddisfacentissimo. Questo edifizio è stato d' altronde nelle condizioni più perniciose; dappoichè la parte vicina al piede del muro non è neppure lastricata.

Per gli edifizî con esposizione al nord, oltre agl' inconvenienti citati ve ne ha un altro ben conosciuto, ed al quale non si è potuto ancora rimediare; è una specie di ragno (*) che si stabilisce ne' buchi delle pietre formandovi intorno una specie di tela a raggi, che non ha meno di 15 a 20 centimetri di circonferenza: queste tele, che in certe qualità di pietra divengono numerosissime, conservano la polvere che vi si attacca e fanno sulla superficie de' monumenti tante macchie nere dello più sgradevole effetto, come può giudicarsi dalle facciate della Zecca, dell'Istituto, ec; dippiù questa polvere, che diviene così inerente alle pareti, fa l' ufficio di una spugna, conserva l' umidità che riceve dall' atmosfera e diviene di molto nocumento alla loro conservazione.

Noi crediamo quindi che i monumenti hanno bisogno di esser mantenuti, e ch' essi debbono essere spolverati e spazzolati a certe epoche, ogni 5 o 10 anni per esempio, e sarebbe di più a desiderarsi, che per mezzo di una preparazione chimica applicata sulle pietre essi potessero essere preservati dagli insetti de' quali abbiam fatto parola. Nella restaurazione di antichi edifizî quando si vuol rendere alla pietra il suo colore primitivo, si sa che questo risultato può facilmente ottenersi per mezzo di un procedimento conosciutissimo ch' è stato usato con successo per le balaustrate dalla piazza della Concordia, al Collegio di Francia ec. (**). Raccomandando l'uso di questo mezzo,

(*) Un' altra specie d' insetti anche più funesta, della famiglia delle api o delle vespe si scava una dimora nelle vene tenere di alcune pietre, ne' muri esposti al sud.

Essi ingrandiscono di continuo queste cavità, togliendo con le zampe quella specie di sabbia proveniente dal detrito delle pietre, e finiscono col dare alla superficie l' aspetto di un muro vermicolato. Noi non saremmo sorpresi che la facciata del sud della galleria del Louvre dovesse in gran parte la sua degradazione a questi insetti e che questi contribuissero pure alla decomposizione della facciata del sud di Notre-Dame. (*N. del Sig. Jan.*).

(**) Il procedimento del quale parla l' autore serve a ripulire la superficie della pietra lasciandovi tutte le macchie, soltanto di un colore un poco meno carico. Esso consiste nell' uso di un' acqua verisimilmente alcalina, o acidulata. Ma quest' acqua non può forse lasciare nella superficie della pietra un principio distruttivo, che potrebbe svilupparsi più tardi? Gioverebbe lasciare scorrere un certo numero di anni sugli oggetti messi in esperimento prima di applicare questo sistema di nettamento a' monumenti più preziosi. (*N. del Sig. Jan.*)

intendiamo specialmente riprovare il sistema di raschiatura il quale debbe esser proscritto: 1.° perchè altera le forme architettoniche, 2.° perchè toglie alla pietra la crosta, o la patina, che vien formata dal tempo sulla sua superficie, e che contribuisce alla sua conservazione.

Le osservazioni che noi abbiam fatte a riguardo degli edifizî esposti a mezzogiorno non sarebbero applicabili alle costruzioni in legno, per le quali al contrario questa esposizione è molto nociva; perchè il legno privo d'aria che subisce alternativamente l'influenza dell'umidità, e del gran caldo marcisce facilmente.

(3) Si dice spessissimo: l'umidità sale sempre, e pare si dia a credere che l'umidità per invadere un corpo igrometrico debba procedere dal basso in alto, mentre è d'uopo sapere che l'umidità invade i corpi igrometrici appena essa li incontra, sia orizzontalmente, sia verticalmente o in fine in qualsiasi direzione si presentino; così, supponendo la colonna, che abbiamo presa ad esempio, posta orizzontalmente, ed avente la sola base bagnata, l'umidità la invaderebbe perfettamente come nel primo caso.

(4) Ciò dipende dalla natura più o meno igrometrica de' materiali adoperati.

Il gesso, per esempio, assorbisce l'acqua con tale rapidità, che noi abbiam visto l'umidità elevarsi per $1^m.30$ in qualche giorno in un tramezzo sottile bagnato da una vena d'acqua di soli $0^m.05$ di profondità. Così non sapremmo raccomandare abbastanza di proscrivere interamente il gesso, anche come intonaco, in tutte le parti di un qualunque edifizio a partire dalla più bassa fondazione fino ad 1^m. almeno al disopra del suolo interno. Bisogna fare l'intonaco interno in malta, o cemento, a cominciare dal suolo sino all'altezza del basamento o dello zoccolo in legno, se si tratta di un luogo abitato, e non mai servirsi del gesso per intonaco esterno nè per empirne le commessure delle pietre, al disopra dell'altezza d'appoggio, eccetto i casi ne' quali si fosse applicata una foglia di piombo, o uno strato di bitume sulla faccia superiore de' muri giunti a livello del suolo. Ma allora è indispensabile, che il piombo o il bitume traversi ancora la spessezza dello intonaco, essendo stabilito su di una leggiera risega espressamente lasciata nella base del muro, ed eccedente la spessezza dello intonaco; altrimenti questo servirebbe di conduttore all'umidità del suolo.

Noi abbiamo osservato che i tramezzi leggieri in gesso stabiliti su di assi di legno poggiati sul pavimento dei piani terreni erano meno esposti all'umidità che quelli che poggiano direttamente sul pavimento, o sulla fondazione. Questo preservativo sarà ancora più efficace se si ricopre di catrame la faccia inferiore dell'asse (*N. del Sig. Jan.*).

(5) Male a proposito si fanno eseguire le pitture interne ed esterne nella primavera: questi lavori potranno esser eseguiti con maggior successo nell'autunno per quel che abbiamo detto della influenza che la stagione calda esercita sulle parti delle costruzioni esposte all'umidità.

(6) Trattando degl'inconvenienti che derivano dall'umidità, sarebbe il caso di entrare nelle diverse considerazioni che richiede la composizione e l'uso de' cementi; noi saremmo disposti a farlo, ma temiamo allontanarci troppo dal soggetto che ci occupa, e preferiamo d'altra parte rimandare i lettori all'opera rimarchevole di Vicat, che ha trattato la quistione de' cementi con molto ingegno.

(7) È d'uopo fissare il principio, che l'umidità la quale penetra nelle costruzioni in pietre non può esser nociva a queste costruzioni quando essa è costante e le pietre non sono esposte alle alternative dell'umidità, dello asciutto e del gelo ec. È così che le pietre de' ponti le quali sono costantemente dentro l'acqua non deteriorano, mentre che la zona di quelle che, per l'alternativa delle alte e basse acque, sono esposte ad esser talora bagnate, talora scoperte, subisce un cimento, cui non può resistere che per certo tempo. Questa zona precisamente si è dovuta per intero riparare nelle pile del Pont-Neuf. Per prova che le pietre mantenute in umidità costante non si scompongono, citeremo anche ad esempio quelle che si trovano nelle cave, e le pietre che trovansi in fondo de' fiumi. Così dunque in un edifizio, le parti de' muri al di sotto del suolo non hanno a temere per loro conservazione gli effetti dell'umidità.

(8) Certamente col nostro modo di costruire, l'uso d'un buon cemento è una cosa essenzialissima; ma vi è un altro sistema di costruzione, che sarebbe ben da preferirsi se potesse esser adottato; cioè quello di fare a meno di ogni specie di cemento, costruendo in pietre di taglio; è questo il sistema adoperato dalla più remota antichità fino a' tempi barbari che seguirono la caduta dello impero romano, e che consiste in porre i filari di pietre a secco, senza introdurvi alcuna composizione fattizia. Queste costruzioni sono da preferirsi a quelle che noi eseguiamo giornalmente, sotto il doppio rapporto della stabilità e della durata; perchè da una parte questo modo di costruzione esige che le superficie de' letti delle pietre sieno perfettamente piane e che la soprapposizione de'filari abbia luogo esattamente; e d'altra parte la finezza estrema delle commessure che quasi non si scorgono, non dà campo alla distruzione; anche l'esperienza di più secoli ha fatto conoscere che una tale costruzione quando i materiali sono di buona qualità, è, per così dire, eterna. I Greci ed i Romani non hanno mai costrutto diversamente sia in marmo sia in pietra; ed esempî come quelli del Coliseo, del ponte del Gard, delle Arene di Nimes, ec. non possono lasciare alcun dubbio su l'eccellenza di questo sistema.

Non contenti di tale perfezione gli antichi hanno abbondato in precauzioni a riguardo de' monumenti di pie-

tra, rivestendoli spessissimo d' uno stucco per occultare più completamente le commessure, e preservare nel tempo stesso la pietra, sempre più o meno porosa, dagli effetti dell' intemperie dell' atmosfera. Questo stucco, di cui la spessezza non era d' un millimetro, somigliava molto più ad uno strato di pittura che ad un intonaco; di modo che poteva esser applicato non solamente sulle parti levigate ma ancora sulle sculture. In quanto alla sua durata, esse non può esser messa in dubbio dappoichè oggidì stesso, ne' monumenti ne' quali questi stucchi contano la data di quasi due mila anni, non si potrebbe staccarli dalla pietra con alcun mezzo. Si comprende quali vantaggi avrebbe questo sistema nella costruzione per conservare i nostri monumenti, cioè: mettere in opera le pietre a secco, ed applicarvi uno stucco atto a preservarle dagli effetti perniciosi del nostro clima. In principio la costruzione in pietre a secco sembra presentare grandi difficoltà per la molta cura che richiede nel taglio delle pietre; ci sembra però che con mezzi meccanici poco complicati si potrebbe supplire al troppo costoso lavoro dell' uomo. In quanto agli stucchi da applicarsi sulla pietra, se non si trattasse che di riprodurre quelli degli antichi, niente sarebbe più facile; ma bisogna aver riguardo alla differenza de' climi, ed è probabile che lo stucco antico non avrebbe in Francia lo stesso effetto che in Grecia ed in Italia; si tratta dunque di preparare una composizione analoga, ed in ciò lo stato delle conoscenze che possediamo in chimica ci permette di sperare che un tal risultato possa ottenersi bentosto. Non è un semplice voto il nostro, è quasi una predizione, che pretendiamo fare; perchè non può che deplorarsi questa mania di raschiatura ed imbiancamento, la quale ci ha invaso da qualche anno, e d' altro lato è ben deplorabile lo stato nel quale si trovano i nostri monumenti di pietra costrutti con maggior lusso.

È innanzi al portico della Maddalena che noi diciamo senza esitare: Fra dieci anni questo portico riceverà o una pittura, o uno stucco, o una composizione qualunque che coprirà le commessure, le preserverà dagli attacchi dell' umidità e conserverà alla pietra una tinta eguale che non alteri lo insieme delle proporzioni dell' architettura.

Se ci siamo innoltrati in qualche sviluppo sul modo usato dagli antichi nelle loro costruzioni di pietra, è stato nello scopo di richiamare l' attenzione della società d' Incoraggiamento sopra una quistione, che ci sembra necessario sottoporre allo studio delle persone capaci di risolverla, nello interesse della conservazione e della durata de' nostri monumenti nazionali.

(9) Non è impossibile di distruggere gl' inconvenienti dell' umidità de' muri, anche in un edifizio antico. Il mezzo che ci facciamo a proporre non è tanto costoso da non potersi adoperare nelle case di qualche importanza. Noi dobbiamo in prima manifestare la nostra convinzione, che l' umidità che si mostra nei muri de' piani terreni ha origine soltanto dal suolo dal quale essa risale, meno taluni casi di eccezione in cui i muri sono esposti al contatto di una corrente di acqua o di vapore.

Questo mezzo consiste in aprire per mezzo di una sega a denti una fenditura tra due filari, per quanto più è possibile vicino al livello del suolo del pianterreno, ma sempre un poco al disopra. Nella fenditura prolungata per la lunghezza di un metro, più o meno, secondo che lo stato del muro e la prudenza permetteranno di farlo, si farà entrare una foglia di piombo incatramata, che la riempirà per quanto meglio è possibile; si continuerà l' operazione per tutta la estensione de' muri, lasciando sempre all' estremità dalla quale essa deve continuarsi, un passaggio sufficiente per la sega, onde non essere obbligati a fare ad ogni fermata un nuovo buco di trapano per introdurvela. Restando sempre tra gli orli di due foglie vicine di piombo un piccolo spazio dal quale l' umidità potrebbe ancora per poco introdursi, gioverebbe di iniettarvi del catrame minerale caldo per mezzo di una tromba premente a mano.

Questo procedimento non è soltanto un progetto ideale, noi lo abbiamo applicato ad un tramezzo sottile costrutto su di una fondazione in pietra in un suolo molto umido. L' umidità, che s' innalzava dal suolo ad un' altezza di circa $0^m.75$, era tale che le cortine di un letto che vi era addossato si marcivano. Noi consigliammo al proprietario di far segare orizzontalmente il tramezzo a livello del suolo, e passarvi una foglia di piombo; lo fece, e l' umidità non è più ricomparsa.

Se l' operazione, che proponiamo dovesse farsi in un edifizio importante noi consiglieremmo di far colare nella fenditura del piombo fuso fino al rosso, di modo che ogni getto si saldasse al precedente. Una riga di ferro introdotta nella fenditura prima di farvi scorrere il piombo, e che in seguito si trarrebbe fuori, lascerebbe un passaggio per introdurre la sega e continuare l' operazione. Allorchè il piombo fosse raffreddato si batterebbe da' due lati. Il piombo essendo troppo molle noi vorremmo che vi fosse unito un poco di stagno. Si potrebbe ancora iniettare nella fenditura del bitume caldo per mezzo di una tromba premente. Noi vorremmo che in questi due ultimi casi la fenditura fosse prima riscaldata sia per mezzo di una corrente di aria calda che vi si potrebbe far passare con mezzi artificiali, sia con un getto di gas come quello degli apparecchi della saldatura *autogena*.

Noi sappiamo, che per cacciare completamente l' umidità da un muro nel quale è del sal nitro, bisognerebbe prima espellerne il sal nitro stesso. La scienza non ci ha ancora dato un mezzo a tal' uopo, ma noi non disperiamo di vederlo sorgere un giorno fra le numerose scoperte

della chimica delle quali poche sono più utili di quanto questa sarebbe.

Una volta, che si fosse intercettata la comunicazione della parte invasa dal sal nitro col suolo, serbatoio comune, per mezzo di una lamina impermeabile, allora si potrebbe attaccare il sal nitro introdotto nel muro. Come questo sale tende sempre ad uscir fuori del muro sotto la forma di efflorescenza o di cristalli, in quello stato la scienza potrebbe impadronirsene dopo avergli tolta ogni comunicazione con la sua sorgente. (*N. del Sig. Jan*).

PONTI TUBULARI

DI

Britannia e Conway.

L' *Artizan*, pubblicazione periodica inglese dalla quale abbiamo già ricavato una parte dell' articolo intorno alla conservazione del legname, ne' suoi numeri di agosto, settembre ed ottobre 1849 riporta degli estratti della descrizione fatta dal sig. Fairbairn de' ponti di Britannia e Conway costrutti a forma di tubi. Crediamo non poter meglio far conoscere quelle opere stupende a' nostri lettori che riproducendo tal quale gli estratti medesimi.

» Nella costruzione della strada ferrata di Chester e Holyhead doveano vincersi due formidabili ostacoli. Le profonde e rapide correnti di marea degli stretti di Conway e Menai doveano attraversarsi con ponti, i quali doveano essere per necessità di luce straordinaria e di gran forza. Non poteva farsi uso di nessuna centina nè de' altri simili sostegni adoperati d' ordinario per queste grandi costruzioni. In tali circostanze la più ovvia risorsa dell' ingegnere era un ponte sospeso, ma il cattivo risultato di più di un tentativo avea provato l' impossibilità di far passare con sicurezza i convogli di una strada ferrata sui ponti di quella specie. Era quindi mestieri di qualche nuovo espediente di arte, e di un ingegnere abbastanza abile ed ardimentoso per porlo ad effetto. L' ingegnere si rinvenne nel sig. R. Stephenson e l' espediente fu quello del quale ci accingiamo a narrar la storia.»

» Sotto la direzione del sig. Stephenson molti altri mezzi eransi progettati. Si era pensato ad archi di legno e di ferro; ed un modello di un bellissimo ponte per lo stretto di Menai secondo quest' ultimo sistema erasi, per quanto credo, sottoposto alla considerazione di una commissione parlamentare. La possibilità di costruire archi di ferro su di una corda di 450 piedi era, a dir vero, da porsi in quistione, e la sicurezza di un tal ponte non poteva non esser messa a rischio pe' grandi cambiamenti che le influenze atmosferiche e le vibrazioni prodotte dal passaggio di pesanti convogli avrebbero fatto subire al materiale; però una obbiezione più importante ancora di queste fece porre da banda quel progetto. I Lordi Commissarì dell' Ammiragliato, come conservatori della navigazione, si opposero all' esecuzione di qualunque opera, che offrisse un impedimento al libero passaggio de' vascelli, ed insisterono perchè si lasciasse un' altezza libera di 105 piedi al di sopra del livello delle acque alte. Fu in queste circostanze, dovendo sormontare difficoltà straordinarie di esecuzione e costretto, per l' opposizione di un ramo così potente del governo quanto l' Uffizio dell' Ammiragliato, ad abbandonar le solite risorse dell' arte, che il sig. Stephenson concepì la singolare idea di un gigantesco ponte a foggia di tubo, costrutto di lamine ribadite e sostenute da catene, e di dimensioni tali, da permettere il passaggio di macchine locomotive e di convogli di strade ferrate pel suo interno. Per rapporto a questo espediente e dopo che tutti gli altri eransi trovati inapplicabili, io fui consultato e si richiese la mia opinione — 1°. intorno alla possibilità della sua esecuzione 2°. intorno a' mezzi per porlo ad effetto. La prima discussione su questo oggetto ebbe luogo nell' aprile del 1845 e per quanto poteasi ricavare a quell' epoca dal sig. Stephenson, la sua opinione era allora che il tubo dovesse essere di sezione circolare od ovale; ed esso era fortemente convinto della importanza primaria delle catene, che riguardava come principal sostegno del ponte, senza mai arrestarsi all' idea di fare il tubo tale da reggersi da se stesso. Il tubo di ferro battuto, secondo il suo pensiero, dovea essere in tutto subordinato alle catene ed operar solo per la sua rigidezza e pel suo peso a rendere il sistema inflessibile, ed a prevenire, o almeno contrastare sino ad un certo punto, le ondulazioni dovute al principio di costruzione *catenaria*. In fatti per molti mesi dopo, ed anche sino al tempo degli esperimenti del tubo modello in dicembre 1846, egli insisteva sull' applicazione delle catene, come si vedrà dall' annessa corrispondenza. L' esame della corrispondenza medesima mostrerà di più come io mi fossi sempre opposto fortemente al loro uso, anche ausiliario. Io credeva sempre che nell' unione di due sistemi, uno di natura perfettamente rigida e l'altro flessibile, vi fosse un principio di debolezza; dappoichè le vibrazioni alle quali l' uno era soggetto avrebbero tratto in campo delle forze le quali, per la loro costante azione sulle ribaditure e le unioni dell' altro, non poteano non tendere a discioglierle e quindi, con un' azione lenta ma sicura, a rompere il ponte. Nell' epoca della discussione in aprile 1845, non eranvi ancora disegni dimostranti l' idea originale del ponte, nè eransi ancora fatti calcoli concernenti la forza, la forma o le proporzioni del tubo. Io fui richiesto se un tale progetto era eseguibile, e se io poteva mandarlo ad effetto; e fu finalmente conchiuso che questo soggetto sarebbesi investigato coll' esperienza, per determinare non solo il valore del

progetto originale del sig. Stephenson, ma anche quello di qualunque altra forma *tubulare* di ponte potesse presentarmisi nel corso delle mie ricerche. Il mio incarico fu illimitato, la intiera condotta delle investigazioni fu a me affidata e per la parte esperimentale fui lasciato libero di esercitare la mia discrezione, nella ricerca di qualunque forma e condizione di costruzione mi sembrasse meglio adattata per assicurare un solido passaggio sugli stretti. Questa libertà d' azione era, come è chiaro, necessaria al buon successo degli esperimenti, ed io non poteva non sentirmi onorato della confidenza che essa mostrava nel mio discernimento. »

» Un periodo di 5 settimane fu speso nella costruzione de' modelli sperimentali, e nel ricercare i mezzi e fare tutti i preparativi necessarî all' oggetto. L' intiera serie di esperienze, minutamente descritta nell' appendice fu eseguita nelle mie manifatture a Millwall, Poplar; e le prime furono fatte coll' assistenza de' sig. H. Ross e R. Murray. In seguito, allorchè il gran tubo modello fu costrutto, e si fu quasi giunto alla forma definitiva di sezione, il sig. E. Clarke, uno degli assistenti del sig. Stephenson, era presente, e prese copiose note de' procedimenti per informazione del suo commettente. In conseguenza della opinione favorevole che il sig. Stephenson avea de' tubi cilindrici si credè dover cominciare gli sperimenti su modelli di quella forma e passar quindi a'tubi ellittici. »

» Io ho accuratamente ordinati e posti in un' appendice tutti i risultati delle esperienze (a) e le osservazioni fatte durante il loro corso, come ancora la descrizione degli apparecchi adoperati, credendo che in quella forma essi sieno più comodi pel lettore scientifico, che potrà così seguire lo sviluppo consecutivo del principio di costruzione adoperato, dagli esperimenti che ad esso condussero. »

» Nel passare alla corrispondenza farò osservare che in generale ho riportate per intero le lettere; e dove una scelta ha avuto luogo, le parti omesse si riferivano d'ordinario ad affari di natura privata. Senza dubbio molte cose mancano ancora, ma io ho cercato di connettere il tutto per mezzo di osservazioni tali, da render la narrazione continuata e chiara. »

(sarà continuato.)

(a) Chi desiderasse conoscere i particolari di quelle esperienze, ne' quali la natura della nostra compilazione non ci permetteva di molto dilungarci potrà consultare l' opera originale del sig. Fairbairn intitolata: *The Conway and Britannia tubular bridges, together with an ample Account of the Experiments etc. By William Fairbairn C. E. — London — John Weale.* — grande in 8.°, costo 2 lire 2 scellini.

OSSERVAZIONI

Sul mantenimento delle strade costrutte col sistema di Mac-Adam, del Generale Burgoyne *direttore generale delle strade dell' Irlanda.*

(Annales des Ponts et Chaussées 1847.)

In Francia la costruzione ed il mantenimento delle grandi strade del regno sono confidati ad un' amministrazione pubblica, a quella de' Ponti e Strade, che trovasi per ciò nel caso di generalizzare tutti i miglioramenti ottenuti in questo ramo di servizio.

Fino a questi ultimi tempi i procedimenti che han rapporto alle strade inghiaiate sembravano essere stati poco giudiziosi e molto inferiori a quelli adottati in Inghilterra. In seguito però gl' ingegneri hanno messo ad effetto grandi perfezionamenti, ed in ultimo sono stati emessi de' principî che devono avere per risultato di accrescere la bellezza delle strade diminuendone la spesa.

Uno de' sistemi più recenti e più perfetti, è quello posto in pratica con gran successo del sig. Dumas nel dipartimento della Sarthe.

I caratteri principali di questo sistema sono.

1°. Portar via interamente la polvere il fango, e tutte le materie mobili che trovansi sulla superficie dell' inghiaiata consolidata.

2°. Riparare attentamente questa superficie con piccole quantità di materiale tosto che essa comincia ad esser alterata, sia nella forma sia nella composizione.

Ciocchè vi ha di nuovo nel sistema del sig. Dumas non consiste tanto nelle operazioni per se stesse, quanto nell' estensione che egli ha dato loro, come si spiegherà più innanzi.

I grandi vantaggi che risultano dallo stato perfetto delle strade per riguardo all' economia sono stati sovente indicati; però non sarà mai soverchio il ritornare su questo soggetto, specialmente quando quei vantaggi sono stati confermati dalla pratica. Senza entrar qui nel fondo della quistione, non crediamo inutili alcuni cenni generali.

Supponiamo che il lavoro d'un cavallo su di una data strada sia calcolato per 20 miglia (32 000 metri) al giorno, e che il servizio a farsi esiga l' uso d' un certo numero di cavalli, è probabile, che tra una strada che richiede quattro cavalli, ed un' altra che ne chiede cinque la differenza relativamente al buono stato di mantenimento non sia tanto grande, quanto molti potrebbero, credere.

Il calcolo della quantità di lavoro speso può stabilirsi in più modi, sia per la distanza percorsa, sia pel grado di velocità. Checchè ne sia, noi ammettiamo, che se nel primo caso questo lavoro è rappresentato da $4/5$ esso debba esser aumentato di $1/5$ nel secondo.

Supponiamo, che il numero de' cavalli impiegati equivalga ad un lavoro di 80 giorni su 20 miglia di strada mediocre; sedici cavalli (o 1/5) potrebbero quindi essere risparmiati, se la strada fosse nello stato sopra supposto.

Si calcola per 45 lire sterline (1 125 fr.) ciò che costa per anno un cavallo, compreso l' acquisto, il nutrimento, il mantenimento, gli arnesi ec. Il buono stato di queste 20 miglia di strada procurerebbe dunque al commercio un beneficio di 680 lire (17 000 fr.) all' anno, e di 34 lire (850 fr.) a miglio. Se fosse dimostrato che per mantenere la strada in buono stato l' aumento di spesa non giugnesse ad una tal somma, sarebbe agir saggiamente il fare questa spesa, non solo per diminuire il numero de' cavalli, ma ancora per ritrarne altri vantaggi, che sarebbe difficile apprezzare in danaro, come: l' economia nella riparazione degli equipaggi e fornimenti, l' uso di vetture più leggiere e più comode, l' economia del tempo risultante da una velocità maggiore pel trasporto de' viaggiatori e delle mercanzie, l' essere più completamente liberati dal fango e dalla polvere, un miglioramento nel modo di trattare gli animali, che naturalmente sarà più dolce sopra una buona strada che su di una cattiva, una maggiore attività negli affari del paese, ed un accrescimento delle relazioni commerciali, in conseguenza della facilità de' trasporti.

Ciocchè abbiam detto riguarda l' interesse del pubblico in generale, senza toccare la quistione per sapere chi deve pagare la spesa o godere i vantaggi, quistione che sventuratamente è quasi sempre mal risoluta.

In Irlanda, per esempio, dove le strade sono mantenute con imposizioni provinciali, i fondi destinati sono proporzionati al prodotto della tassa e non a' bisogni del mantenimento ed a' vantaggi che il paese ritrae indirettamente dal buono stato delle vie di comunicazione.

Bisognerebbe dunque dapprima cercare di stabilire il sistema più vantaggioso, e più economico pel paese in generale, e regolare in seguito il modo migliore di trarre i fondi necessarî, e farne una giusta ripartizione.

Non è oggetto di questo scritto il ricercare ciò che bisognerebbe fare a tale riguardo; ma noi diciamo di passaggio, che il sistema delle barriere, fondato sul motivo plausibile a prima vista, che quelli che si servono d' una strada devono pagare pel suo mantenimento, non è in alcun modo giudizioso nè giusto.

Trattando qui delle strade, ci proponiamo semplicemente di ricercare i mezzi di mantenere la loro superficie in buono stato senza occuparci delle loro pendenze, del modo come sono tracciate, ec; quistioni che si riferiscono piuttosto alla costruzione che al mantenimento.

Una strada si dice in buono stato se ha sempre una superficie compatta ed unita con una convessità sufficiente per lo scolo delle acque, senza solchi dove potessero esse arrestarsi, senza fango in un inverno piovoso, senza polvere nell' està ed esente in ogni stagione da quelle immense masse di ghiaia che per solito si stendono su di una strada.

Una strada in cattivo stato presenta caratteri del tutto opposti, ma il più o meno cattivo stato non potrebbe esattamente definirsi; ci basta del resto riguardare come cattiva ogni strada resistente o ineguale.

Il tempo nel quale si avverte meglio la differenza tra due strade è quello di un inverno molto umido; la strada buona resta solida, senza irregolarità, senza fango, senza solchi; essa è nello stesso stato, nel quale sarebbe nell' està dopo una pioggia. La strada cattiva è fangosa, coverta di pozzanghere, disuguale, ovvero molle o resistente.

Si è tentato di far vedere che sarebbe opera di buona amministrazione, ed anche economica lo aumentare annualmente la spesa di mantenimento per conservare le strade in perfetto stato, se non si potesse a ciò riuscire altrimenti.

Una inghiaiata deve avere almeno 3 o 4 pollici (0^{m}. 08 o 0^{m}. 10) di spessezza; senza di che, se essa non è ben assodata, le ruote delle vetture possono penetrare sino al terreno di fondazione e renderla impraticabile. Di più come la pietra è ridotta in polvere o in fango, bisogna sostituirla con quantità almeno eguali a quelle consumate. Ecco tutto ciò, che a rigore sarebbe necessario per rendere una strada atta al passaggio delle vetture. Ma per una conseguenza erronea, a giudicarne da ciò che si pratica generalmente, si ammette che il modo il meno costoso di mantenere una strada consista nel renderla semplicemente praticabile, distendendo sulla sua superficie una quantità di pietra sufficiente perchè non arrivi al minimo della sua spessezza.

Sembra che si creda del pari che fuori di questo stato della strada, ogni miglioramento in essa introdotto, sia per aumentarne la bellezza, sia per diminuirne la resistenza, non possa ottenersi, che con aumento di spesa. Vi ha però tutta la ragione di credere che, in un sistema conveniente, grandi miglioramenti si possano ottenere con un tenue aumento di spesa, se pur ve ne ha d' uopo. È ciò che molto importa dimostrare.

In una strada perfettamente buona il consumo è eguale, lentissimo ed ha luogo per gradi; le vetture producono lo stesso effetto su tutte le parti indistintamente; ma vi ha d' uopo di grande cura per mantener le strade in questo stato; perchè se si abbandonano, vi si formano tosto delle piccole ineguaglianze, e ne risulta un consumo tanto più grande per quanto maggior tempo si è fatto scorrere. In fine per quanto meno frequenti sono le riparazioni, più cresce la quantità del materiale da adoperarsi, più le strade soffrono pel traffico. Così valutando a 10 scellini il consumo cagionato dalla circolazione nel primo

caso, sarà di 12 a 15 scellini nel secondo; e se quest'ultima cifra fosse sufficiente per mantenere le strade in buono stato, non vi sarebbe infine bisogno che della stessa spesa per avere una buona strada in vece di averne una cattiva.

Non basta di avere assicurato efficacemente lo scolo delle acque, e di conservare al profilo trasversale in ciascun punto della superficie una forma ed una convessità conveniente; due operazioni sono ancora necessarie per fare che una strada possa stimarsi perfetta, cioè: togliere il prodotto del consumo sotto la forma di polvere o di fango ed impiegare materiali nuovi per rimpiazzare quelli che la strada ha perduto.

Occupiamoci dapprima di ciò che riguarda il fango e la polvere che produce sia il consumo, sia qualunque altra causa. Sulle strade che sono trascurate, queste materie non sono mai tolte; in questi casi, a meno di circostanze molto favorevoli, risultanti da una buona costruzione primitiva, come per esempio un asciugamento perfetto, un esposizione conveniente al sole, ed a' venti, ed in fine uno scarso traffico, la strada sarà coperta di polvere nei tempi di siccità, e sarà fangosa ne' tempi umidi, ciocchè non solo la rende resistente e vi produce pozzanghere, ma aumenta pure in forte proporzione lo schiacciamento prodotto dalle ruote, e porta conseguentemente un più sollecito consumo de' materiali.

Vi sono molti gradi al di sopra di questo sistema di assoluta negligenza: 1.° lo sgombramento parziale a lunghi intervalli, quando si è formato una gran quantità di *detrito* (*detritus*); 2.° lo sgombramento più frequente; 3.° finalmente lo sgombramento continuo di tutta la spessezza sensibile, ciò che costituisce il miglior sistema di mantenimento.

Ne' due primi casi si fa uso di raste di differenti materie e forme, oppure di pale, e di scope di betulla; nell' ultimo caso la sola scopa è quasi sufficiente.

Le materie provenienti dal consumo della strada (e che sono sempre nocive quando vi restan sopra) possono esser tolte nello stato di polvere o di fango: nel primo caso però con maggior facilità e vantaggio. La polvere vien tolta prima che abbia cominciato a far degradare la strada; essa è leggiera, e può facilmente disporsi in mucchi; la scopa di cui si fa uso non altera la superficie della strada, come fa la rasta quando si netta dal fango; lo sgombramento del fango per mezzo della rasta lascia anche molto detrito, che in seguito forma la polvere, mentre lo spazzamento della polvere per mezzo della scopa niente lascia che formi in seguito il fango.

Disgraziatamente il clima d' Inghilterra e d' Irlanda è troppo umido per cavar molto profitto da questo sistema di spazzare la polvere; pur nondimeno bisogna applicare il principio per quanto è possibile, e non lasciar mai sensibilmente accumulare la polvere o il fango.

Lo spazzare continuamente la polvere o il fango liquido può considerarsi come preservativo del male, l' usar la rasta pel fango accumulato debbe riguardarsi solamente come un rimedio.

Lo spandimento de' materiali necessarî per conservare alla inghiaiata la sua spessezza, può farsi in molti modi: il più cattivo sistema consiste in attendere che il profilo della strada perda la sua figura, e che essa sia coverta di fango e di pozzanghere, distendere quando ciò è già avvenuto uno strato alto di ghiaia per considerevoli tratti, e fare che il tutto si consumi a caso col passaggio irregolare delle vetture.

Risulta da ciò necessariamente una resistenza significante nella strada; crescono le ragioni del deterioramento pel calpestio de' cavalli, la strada si consolida molto lentamente, ed ha luogo un gran movimento ed un consumo estraordinario di materiali. La strada diviene in tal modo di tratto in tratto impraticabile, e non vi resta infine la metà de' materiali che vi si sono posti.

Si è migliorato questo sistema facendo sostituzioni di materiali più frequenti, meno estese, ed a tempo proprio, e si è arrivato al metodo che può riguardarsi come il più perfetto, e che consiste a non perdere mai di vista la strada, ad impiegare delle piccole pietre rotte per riempire le fossette appena esse si formano, e ne' tratti ne' quali la figura del profilo e la spessezza hanno sofferto alterazione, a comprimere i materiali nuovi col mezzo di un pistone, infine ad aver cura di questi materiali fino a tanto che non sieno consolidati.

È ben evidente che così i materiali non sono esposti allo schiacciamento delle ruote, come avviene nelle strade non consolidate e resistenti, e che quasi a nulla si riduce l' attrito ed il consumo su di una superficie perfettamente unita e solida.

Nel sistema che abbiamo indicato come il migliore, è necessario un aumento di mano d' opera; ma nel tempo stesso vi è economia per la quantità e pel trasporto dei materiali, e nel caso di una strada mezzanamente frequentata, o che trovasi lontana delle cave che forniscono il materiale, si può dire in generale, che l' economia da un lato è maggiore dell' eccesso di spesa dall' altro; così dunque una riduzione definitiva di spesa di mantenimeto procura una strada perfetta. È grande vantaggio, per quelle contrade nelle quali, non ne derivi un grande aumento di spesa, di dar lavoro alla classe operaia rimpiazzando con la mano d' opera il lavoro degli animali. Si può quasi stabilire come principio, che con l' uso di un buon sistema, più una strada è bella meno costa il suo mantenimento.

La maggior parte delle osservazioni precedenti ci vengon dettate da taluni scritti molto interessanti del sig. Dumas, e di altri ingegneri francesi del corpo di Ponti e Strade. In essi si trovano molti fatti che stabiliscono

chiaramente il miglioramento progressivo del sistema, e la solidità de' principî su' quali è stabilito.

Il sistema d'un lavoro minuto e continuo esige procedimenti ben differenti da quelli in uso per le riparazioni che si eseguono a lunghi intervalli di tempo. Bisogna che sulla strada sieno destinati de' lavoratori stazionarî per ciascun tratto. In Inghilterra si son con grande successo impiegati i così detti *milemen.*

In Francia il sistema de' cantonieri è generalmente se non universalmente adottato. Ciascun cantoniere deve risedere nelle vicinanze del tratto assegnatogli e verso il mezzo di esso per quanto è possibile.

I *milemen* in Inghilterra sembra che siano assimilati in generale a' capi d' opificî, ed hanno sotto i loro ordini degli operai in proporzione del lavoro che esigono le circostanze. In Francia il cantoniere esegue il più delle volte tutto il lavoro, eccetto i casi di bisogno speciale, e non è senza importanza lo assegnare una porzione determinata di strada ad un operaio capace di mantenerla egli solo in buono stato, occupandovi tutto il suo tempo e le sue cure.

Si ottiene così il vantaggio di rendere la spesa più regolare e d' incoraggiare in questi operai uno spirito di emulazione e di amor proprio restando tutta a loro carico la responsabilità.

La cura ad aversi per le fossate, pel profilo e per la nettezza della strada, lo sgombramento delle pietre mobili ed uno spazzare frequente, la preparazione de' materiali dopo che sono stato disposti ne' siti di deposito, e l' uso de' medesimi quando è d' uopo (uso il quale a preferenza debbe aver luogo nella stagione piovosa); tutte queste operazioni possono farsi con un lavoro costante e regolare nel corso dell' anno.

Col sistema adottato in Francia, il tratto di strada affidato a ciascun operaio deve determinarsi con prudenza di modo ch' egli possa impiegare utilmente tutto il suo tempo, ed intanto non abbia maggior quantità di lavoro che non può eseguire. Determinare ciò con precisione forma una delle più grandi difficoltà di questo sistema e ne dipende in gran parte l' efficacia e l' economia del mantenimento. In fatti se il tratto è molto esteso in proporzione del lavoro che può adempiere il cantoniere, bisogna tollerare sulla strada il fango, e siccome non si può sapere con precisione fino a quel termine questa tolleranza è ammissibile, ne risulta che il lavoro nulla ha di preciso e determinato; che se il tratto al contrario è troppo breve sarà difficile di verificarlo, perchè il cantoniere non lo confesserà facilmente, e si guarderà bene di farne parola.

Lo scopo delle precedenti osservazioni è di stabilire, che per avere strade nel migliore stato possibile, bisogna avere pel loro mantenimento una cura più costante di quella che vi si usa al presente, e che vi sono potenti ragioni per far credere che ciò possa ottenersi, generalmente parlando, senza aumentare la spesa; che bisogna occuparsi per ottenere un asciugamento più efficace, dopo di che due operazioni restano a fare.

1.° Nettamento perfetto, cioè sgombramento di ogni detrito prima che esso si sia accumulato in gran quantità.

2.° Riparazione di ogni solco per conservare sempre unita la superficie e prevenire ogni degradazione, impiegando piccole quantità di materiali della migliore qualità che sia possibile appena incomincia ad avvertirsene il bisogno.

Se una strada, che abbia 4 pollici ($0^m.10$) nella maggiore spessezza della inghiaiata, si trovi in cattivo stato, il procedimento il più conveniente consiste non, come si fa ordinariamente, a distendere in una volta 2 o 3. pollici ($0^m.05$ a $0^m.075$) di materiale, ma a cominciare dal nettamento del fango o della polvere e quindi rendere alla superficie per gradi la sua figura, riempiendo tutte i piccoli solchi, ed avendo cura in seguito del materiale posto sino a che non si sia consolidato.

OSSERVAZIONI DIVERSE.

Il fango dev' esser tolto principalmente con la scopa, ed allora potrà esso servir come concime meglio di quello che si toglie presentemente. Questo fango tolto subito da una superficie unita e solida conterrà meno del detrito che proviene dal consumo, e che ha per effetto di alterarne la qualità che lo rende adatto a quell' uso, a meno che non si tratti di pietre calcari. Si comporrà dunque principalmente di escrementi degli animali, di foglie secche, e di altre materie estranee, le quali sono sulle strade in maggior quantità di quel che si crede generalmente. La prova è nel fango che si ammassa sulle migliori strade lastricate, quando sono molto frequentate, quantunque però il consumo di queste strade non vi abbia evidentemente alcuna parte.

È ben conosciuto, che una strada è migliore per quanto essa è mantenuta con maggiore nettezza e senza fango; è dunque un agire in opposizione di questo principio lo spargere la ghiaia su di una strada fangosa unendola in tal modo ad una materia, che si sa esserle nociva.

L' uso de' materiali i più duri ed i migliori per le strade, è molto importante in questo sistema più che in ogni altro, dovendo in molte circostanze la diminuzione della quantità di materiale che si consuma, compensare l' aumento di prezzo e dovendo pure questa diminuzione nel tempo stesso ridurre il lavoro della mano d' opera.

Uno de' più grandi vantaggi, che presenta una copertura solida al paragone di un' altra che lo è meno, è di poter sopportare, ad egualità di spessezza, più considerevoli pesi. In un' opera francese si cita l' esempio d' un peso di 16 tonnellate (15 000 chilogrammi circa) tirato da 33 cavalli su di una vettura di cui le ruote aveano i

quarti larghi 6 pollici ed $1/4$ ($0.^{m}16$) pel tratto di $3/4$ di miglio (1 000 metri) di una buona strada costrutta col sistema di Mac-Adam che avea soltanto 4 pollici ($0^{m}.10$) di spessezza, senza lasciare la menoma traccia sulla copertura (a). Per conseguenza una buona strada sulla quale si mantenga sempre una spessezza di 8 pollici ($0^{m}.20$) deve riguardarsi come perfettamente solida , e tale da potere ancora , in caso di bisogno, sopportare per molto tempo il traffico de' carri , senza che sia d' uopo di porvi nuovi materiali. Ora la possibilità di diminuire la spessezza, permette di proporzionare la spesa del mantenimento alla richiesta generale di lavoro in un paese. Così , presentemente, le quantità di materiali che sono destinate ad una strada debbono fissarsi anticipatamente per tutto l'anno e ad epoche fisse, mentre che col sistema proposto le forniture possono esser diminuite in certe stagioni , ed anche in tutto l' anno , se il lavoro è abbondante, ed al contrario aumentate quando si fa sentire la miseria per mancanza di lavoro.

Sull' inaffiamento delle strade.—Abbattere la polvere con l' inaffiamento come si fa d'ordinario, invece di toglierla del tutto dalla copertura della strada, è un'operazione costosa e nociva. Dapprima, essa richiede gran quantità di acqua , e dà luogo nello stesso tempo alla formazione di molto fango , come si può bene verificare ; questo fango rende la copertura più resistente e provoca la sua scomposizione ; ma , in un tempo caldo , esso si secca prestamente , e devesi ricominciare l' operazione. Finalmente invece di distruggere il male , non si fa che sostituirne un altro , che si riproduce sempre. Quando la copertura della strada è solida , e la polvere n' è stata tolta con cura , un piccolo strato di acqua può esservi sparso sopra ne' tempi secchi ; questa è un' operazione di lusso.

Si farà, forse ragionevolmente, l'obbiezione che lo sgombramento della polvere per grandi quantità è un' operazione incomoda, ed intollerabile in se stessa. Ma la spazzatura con la scopa ha precisamente per oggetto di prevenire un accumulamento considerabile, togliendo la polvere a misura che si riproduce. Questa operazione d' altronde può eseguirsi unitamente allo inaffiamento leggiero , oppure nel mattino nelle ore nelle quali la circolazione , ancora molto scarsa , non reca imbarazzo , e la rugiada della notte impedisce che la polvere si elevi.

Da per tutto ove l' inaffiamento è praticato , è raro che non si abbia una grande economia in questa costosa operazione col togliere anticipatamente le parti consumate.

Delle strade costrutte col sistema di Mac-Adam nelle grandi città.—Il sistema di Mac-Adam dev' essere oppur no applicato alle strade delle città popolate? Ciò può esser messo in dubbio, se si riflette quanto sia difficile di ottenersi in questo caso un asciugamento perfetto e di portare in una circolazione continuata tutta l' attenzione necessaria per togliere le parti consumate e sostituire novelli materiali. È ben probabile che un buon lastricato sarebbe meno costoso e da preferirsi quasi per tutt' i rapporti, eccetto pel rumore che vi produrrebbe il passaggio delle vetture ; il lastricato in legno ci sembrerebbe il sistema migliore di tutti, se si potessero vincere gl'inconvenienti ad esso proprî.

Dublino può esser citata come un esempio di quel che avviene sulle strade costrutte alla Mac-Adam e che son sottoposte a grande traffico. Ivi gl' ingegneri incaricati della vigilanza su di esse mettono tutto lo impegno desiderabile per l' adempimento del loro ufficio ; si praticano i procedimenti ordinarî , e pur nondimeno bisogna confessare che le strade presentano uno stato poco soddisfacente , e sono ben lontane da corrispondere a tutte le condizioni di una buona strada , cioè , la durezza e la nettezza della superficie in tutte le stagioni. Al contrario , nello inverno e ne' tempi umidi , esse sono abitualmente coperte di fango , e nell' està sarebbero piene di polvere se non fossero abbondantemente inaffiate. In tutt' i tempi in fine esse sono coperte d' un alto strato di detrito , mischiato , fino alla fondazione , con la pietra dalla quale è prodotto.

In inverno si spende molto par rastiare e togliere il fango , ma ciò non basta per giungere ad un risultato soddisfacente. La natura dell' operazione è qualificata dallo stesso nome di sfangamento (*ébouage*) , in fatti gli uomini che la eseguono sono nel fango fino alla noce del piede , rimovendo qua e là grandi quantità di detrito , ch'essi tolgono con la rasta.

Una tenue porzione del prodotto del nettamento è comprata per concime, da 6 soldi ad 1 scellino la botte; esso proviene principalmente dalle strade lastricate , che sono in piccolo numero ; il resto, che è estratto dalle strade costrutte col sistema di Mac-Adam, è tolto e posto in deposito a spese del *paving-board* (uffizio de' lastricati).

L' inaffiamento è applicato a tutte le strade, eccetto talune di minore importanza. Si paga da parte dagli abitanti della contrada che si pongon d' accordo per quest' oggetto.

Nell' està la strada è quasi abbandonata a se stessa. La sola operazione che vi si faccia, oltre l' inaffiamento, consiste nel distendere di tempo in tempo della ghiaia sui punti dove la superficie è talmente cattiva, che non potrebbe restare molto tempo in questo stato.

Questa operazione eseguita in tal' epoca (e qualche volta necessaria ne'tempi di grande siccità) produce inconvenienti grandissimi ed una perdita significante di materiali. I cavalli e le vetture ne soffrono molto. I materiali si consolidano tardi malgrado l' inaffiamento ; essi si disperdono e sono schiacciati in gran parte ; finalmente , se non

(a) Un miglio inglese è eguale a miglia italiane 0,869, o a metri 1609; un piede inglese di 12 pollici equivale a pal. nap. 1,152 , o a metri 0,305 ; un yardo è pal. nap. 3,456, o metri 0,914 ; una tonnellata di 20 quintali eqivale a cantaia 11,399. o a chil. 1015,650.

sono sparsi per tutta la lunghezza della strada, essi servono ad indicare alle vetture i passaggi che debbono evitare pel maggior tempo possibile.

Intanto, siccome l'epoca scelta a preferenza per distendere i materiali è l'inverno, la circolazione produce per gradi la loro consolidazione, che ordinariamente comincia da' lati; ma, essendo le pietre mescolate al fango, ve ne ha molte che si disperdono prima che quelle che costituiscono definitivamente la copertura sieno ben unite e facciano un sol corpo.

Si può dunque ammettere che vi sieno de'mezzi di migliorare molto questo sistema, e di ottenere migliori strade con la stessa spesa. Non sarebbe facile di dire dal bel principio ciocchè dovrebbe farsi in ciascun caso particolare, spetta all'esperienza il determinarlo. Ma i due principali mezzi, che possono condurre ad un miglioramento sono:

1°. Nettare costantemente la copertura dal detrito che si forma sulla sua superficie.

2.° Adottare il modo più vantaggioso di spandere i materiali, perchè la copertura conservi sempre la spessezza richiesta da' bisogni della circolazione.

In primo luogo, per quanto riguarda il nettamento, bisogna che questo sia fatto *principalmente* (se fosse possibile *interamente*) con la scopa. Forse vi sarà qualche difficoltà per far ciò nel corso della circolazione delle vetture, ma questa non sarà quanta si crede, se si vuol giudicarne dallo stato attuale delle strade, perchè si può bene osservare esser tenue la quantità di detrito che si produce in un breve spazio di tempo, e che inoltre questa specie di materia il più delle volte vi è apportata da fuori.

È impossibile prevedere con esattezza il numero delle volte che ciascuna parte debba esser spazzata. I tratti più frequentati dovrebbero forse esserlo in tutt'i giorni, gli altri una volta per settimana, o anche ogni dieci giorni. I tratti lastricati e poco frequentati ne han minor bisogno di tutti. È chiaro che questa operazione si esegue egualmente bene nell'està e nell'inverno, nella stagione secca e ne' tempi umidi, sebbene meno frequentemente in questi.

In qual modo i prodotti del nettamento eseguito con la scopa saranno ammucchiati, e trasportati fuori della strada? L'esperienza determinerà ciò. L'importante sarà però di non impiegare male a proposito un cavallo da nolo in tutt' i giorni per trasportare le carrette forse per 2 o 3 miglia, e nello stesso tempo disporre sulla strada i mucchi in modo, che non sieno sulla linea che percorrono le vetture, e non vengan quindi dispersi da queste prima che la carretta facendo il suo giro giunga sino ad essi.

Un sistema intermedio di spurgamento parziale, che consistesse in rendere le strade un poco più nette di quel che lo sono di presente, sarebbe, a nostro credere, un errore; porterebbe seco un eccesso di spesa senza compenso. Bisogna cercare di rendere le strade perfettamente nette, togliendone in ogni tempo il fango e la polvere, su tutt' i punti della superficie, di modo che le vetture non percorrano che un' inghiaiata dura e solida.

È impossibile di ottenere nelle nostre strade attuali questo risultato tutto in una volta: la pietra vi è talmente mischiata col detrito, che non si potrebbe applicare il procedimento che successivamente e dopo una sostituzione generale di materiali.

Una volta che le strade fossero completamente nette, dure e compatte e che i materiali fossero di buona qualità, il consumo sarebbe certamente ben tenue, di meno di 1 pollice ($0^m.025$) per ogni anno, anche per le strade le più frequentate: le ruote in fatti avrebbero da percorrere un vero lastricato fatto di materiali di piccole dimensioni.

Supponendo che le strade avessero raggiunto questo stato, varrebbe anche meglio, nelle parti nelle quali il movimento è quasi continuo, stendere a grandi masse di tempo in tempo i materiali preparati, a preferenza del sistema raccomandato per le strade nelle altre circostanze, e che consiste in procedere esclusivamente col mezzo di piccole riparazioni. Questa operazione di fatti, nel caso che consideriamo, si ripeterebbe troppo spesso. D'altronde, ed è questa la miglior ragione, nelle città una quantità anche alquanto considerabile di ghiaia sparsa può facilmente esser consolidata in una volta col cilindro.

Non è mai necessario, che la spessezza di una copertura di strada sorpassi 9 pollici ($0^m.22$) circa, ed essa non deve aver mai meno di 4 o 5 pollici ($0^m.10$ o $0^m.12$) di ghiaia. Dopo aver disteso uno strato di terra su tutto vi si farà passare il cilindro.

È indispensabile, che la copertura sia perfettamente solida, e secondo l'importanza della strada, sarà forse necessario di far giungere la spessezza ad 8 o 9. pollici ($0^m.20$ o $0^m.22$) invece di 4 o 5 pollici ($0^m.10$ o $0^m.12$).

Bisogna aver cura di continuare sempre l'uso del cilindro fino a che la strada non abbia un profilo perfetto, e sia consolidata abbastanza, onde le ruote ed i piedi dei cavalli non lascino impressione sulla sua superficie.

Dopo questo tempo il consumo succederà regolarmente; e si è calcolato che questo stato può conservarsi senza altro mantenimento per due anni, o tre al più; le irregolarità ed i solchi di poca importanza, i difetti nel profilo saranno riparati di tempo in tempo smovendo la superficie, e facendo degli spandimenti parziali di ghiaia.

Vi sono a Dublino 76 miglia (120 000 metri) di strade a carico del *paving-board*: 52 miglia delle strade di maggiore importanza sono costrutte col sistema di Mac-Adam; le rimanenti 24 miglia sono lastricate; questi sono dei tratti meno frequentati.

Il loro mantenimento (non compresi i fossi di scolo, i marciapiedi, ec.) è costato nel 1842.

Per inghiaiate e lastricati lire sterline . .	11 036
Per nettamento dal fango	7 394
Per inaffiamento	1 842
Totale . . .	20 272

Togliendo dalla prima somma 4 450 lire circa destinate per le strade lastricate, restano 6 586 lire per le strade inghiaiate. Così il solo mantenimento di queste strade, messe da parte tutte le altre spese, costa 15 822 lire, e questa cifra può considerarsi presentemente come costante.

Se esaminiamo le spese che esige il sistema proposto in confronto del sistema attuale, vedremo che l' aumento risulta :

1°. Dal lavoro di mantenimento che consiste nello scopare la strada, toglierne le pietre mobili, e tutte le materie estranee, fare gli spandimenti di materiali quando se ne presenta l' occasione, ed esercitare una vigilanza continuata.

2°. Dall' uso del cilindro dopo uno spandimento di materiali.

(1°.) Il lavoro di mantenimento richiede una grande spesa per avere il suo pieno effetto. Le strade più frequentate occuperanno per circa ogni 200 yardi un uomo : nell' està più, nello inverno meno. Alcune altre non richiederanno tanto, decrescendo così la mano d' opera fino alle strade lastricate le meno importanti, per le quali un uomo per ogni mezzo miglio o per un miglio sarà sufficiente.

Supponiamo, per un medio, che nel corso dell' anno si abbia bisogno di 4 uomini per ogni miglio : si adopreranno quindi a tal lavoro 300 uomini ogni giorno, i quali alla ragione di uno scellino e quattro soldi per ognuno costeranno in un anno 6 260 lire.

Ammettiamo ancora che 30 vetture ad un cavallo sieno impiegate giornalmente a trasportare il prodotto dello spazzamento ; a 4 scellini 6 soldi per vettura, la spesa annuale sarà di 1 408 lire 10 scellini, ed il totale per questa parte di aumento sarà di 7 668 lire 10 scellini.

(2°.) In quanto all' uso del cilindro, noi supponiamo che gli spandimenti generali di ghiaia si facciano per ogni punto una volta in ogni due o tre anni, ed ammettiamo che se ne sottopongano all'operazione del cilindro 20 miglia in ogni anno ; la larghezza media delle nostre strade essendo di 32 piedi, la spesa sarà per conseguenza di 38 lire per ogni miglio, o 760 lire per ogni 20 miglia.

	lire scel.
Aggiungendo dunque	760. 00
A ciò che abbiam trovato dapprima . .	7 668. 10
Il totale sarà di.	8 428. 10
Che dedotto da	15 822. 00
Dà per la ghiaia e per l' inaffiamento . .	7 393. 10

La spesa per l' inaffiamento sarà molto diminuita, ma supponiamo che sia la stessa, cioè : 1 832 lire, resteranno 5 552 lire 10 scellini per la ghiaia.

Questo articolo della spesa ascende presentemente a 5 700 lire ; ma esso deve subire una gran riduzione almeno della metà, quando il sistema sarà completamente applicato. Così si può ridurre la cifra di questa spesa a 3 000 lire ; resteranno dunque 2 500 lire per le spese impreviste, o pe' casi ne' quali fossimo incorsi in qualche errore in meno ne' calcoli di sopra fatti, calcoli che però, secondo noi, non sono affatto esagerati.

Le risorse si aumenteranno (a dir vero d' una maniera poco considerabile) con la vendita de' prodotti dello spazzamento, che daranno un eccellente concime, ed apporteranno un' economia, perchè non vi sarà d' uopo di spesa per toglierli.

Tutte le volte che il lavoro di mantenimento debba eseguirsi come noi lo proponiamo, principalmente da operai alla giornata, è importante di distribuire questo lavoro in modo da avere una spesa costante, ed uniforme. È questo il procedimento che si usa in gran parte a Dublino, facendo lavorare nelle strade lastricate, quando quelle costrutte alla Mac-Adam richieggono minor mano d' opera ; questa è una disposizione che può mantenersi.

Dell' uso del cilindro nelle strade nuove. — L' importanza dell' uso del cilindro per le strade di novella costruzione, o che han dovuto ripararsi in gran parte, sembra non essere stato bene apprezzato finora. Quando queste nuove inghiaiate hanno una certa lunghezza, si può considerarle come impraticabili per le vetture. In questo caso le strade vecchie, le più cattive e le più montuose saranno sempre a preferenza battute, anche quando le nuove sono più brevi e presentano minor pendenza.

Ma alla fine le strade vecchie si rompono, le vetture allora sono obbligate di passare sulle nuove, e ne risultano pel corso di un anno, e qualche volta di più ancora, i più grandi inconvenienti ; diminuzione di circolazione, consumo considerabile e perdita di materiali, grande spesa di vigilanza e di mano d' opera, fino a che i materiali, o ciò che resta di essi, siano perfettamente consolidati, ciocchè d' ordinario avviene con un profilo imperfetto, malgrado di tutta la cura impiegata.

I cavalli e le vetture fanno le veci del cilindro, ma nel modo più costoso e più molesto. Gl' inconvenienti de' quali abbiamo parlato sarebbero interamente prevenuti, se si ponesse in una volta la strada in buona condizione pel passaggio delle vetture ; e certamente col mezzo del cilindro usato completamente e con avvedutezza, si risparmierebbe una grande spesa. In fine la copertura di una strada non può considerarsi finita finchè non vi si sia fatto un lavoro di tal genere.

Tre motivi hanno contribuito probabilmente a non fare

adottare generalmente l'uso del cilindro, dopo che se n'è esperimentato il buon successo una volta.

1°. Tosto, o tardi la circolazione produce lo stesso effetto, e la spesa per costruzione, e riparazioni si trova in apparenza diminuita d'altrettanto.

2°. Non si ha ordinariamente un cilindro in prossimità: questo istrumento è essenzialmente pesante e poco maneggevole: ne è costoso e difficile il trasporto da un luogo all'altro; in taluni casi sarebbe d'uopo costruirne espressamente uno, che diverrebbe inutile in seguito.

3°. Vi ha molta incertezza nella quistione di sapere qual sia il miglior modo di menare innanzi l'operazione, qual sia la sua efficacia e quale la spesa che richiede.

Il primo motivo è del tutto erroneo: è evidente, che la consolidazione della copertura di una strada col mezzo stesso del traffico presenta grandi inconvenienti e produce grandi perdite a quelli che vi transitano, e per conseguenza al pubblico in generale. Nè vi ha dubbio che la somma spesa in seguito per mantener la strada non sia maggiore di quella richiesta dall'uso regolare del cilindro.

Per quanto riguarda il secondo motivo vi sono molti mezzi per togliere le obbiezioni.

Quantunque il terzo motivo sia meglio fondato, non essendo ancora conosciuto il modo migliore, pure dopo i risultati vantaggiosi ottenuti in un certo numero di casi, sorprende come non sien i fatte esperienze per perfezionare il procedimento e renderne generale la pratica.

Si è raramente adoperato il cilindro; in Inghilterra esso non si usa che nelle possessioni di qualche ricco proprietario, e accidentalmente sulle strade inghiaiate di qualche città, ma in questo caso con mezzi insufficienti.

Vi sono certe considerazioni, che possono servire di guida per giudicare con esattezza del procedimento migliore.

1°. Un cilindro non dev'esser troppo pesante relativamente alla sua superficie di contatto; altrimenti, invece di comprimere i materiali lasciandoli nella posizione assegnata loro, e conservando il profilo necessario, li farà penetrare più o meno nel terreno di fondazione; una gran parte di questi materiali diverrà così inutile, e sarà ben difficile di ottenere la resistenza necessaria perchè essi siano perfettamente consolidati.

2°. Il cilindro non dev'esser nemmeno troppo leggiero, altrimenti l'effetto prodotto sarebbe troppo debole per raggiugnere lo scopo, e bisognerebbe prolungare l'operazione, che così diverrebbe costosissima, e presenterebbe molti inconvenienti.

Io credo che dall'essere i cilindri, ordinariamente usati, troppo leggieri, è derivato il discredito nel quale è caduta l'operazione.

I cilindri adoperati nelle strade di Dublino si compongono di due grossi pezzi messi l'uno presso l'altro, ognuno di 4 piedi (1.m 22) di diametro con un 1 piede e 6 pollici (0m. 45) di larghezza, ciocchè dà in tutto un contatto di 3 piedi (0m. 91). Esso pesa 2 tonnellate (2180 chilogrammi). Non vi sono attaccati che due cavalli, ma ciò non è sufficiente. Si fa passare sui materiali, dis'esi successivamente a strati, spargendo sull'ultimo della sabbia per la spessezza di 1 pollice (0m. 225). Si dice che questo cilindro consolida le strade in modo efficace; ma si otterrà probabilmente maggior vantaggio aumentando il suo peso.

Una piccola strada (*Herbert street*) costrutta nel 1836, e che ricevette l'operazione del cilindro nella stessa epoca, non ha mai avuto bisogno di riparazioni in materiali nuovi fino al presente (1843); essa è una buona strada, ma non è ancora terminata, ed è poco frequentata.

In seguito di altri esperimenti si ha tutta la ragione di credere, che un cilindro non deve pesare meno di 28 quintali per una zona di 12 pollici (47 chilogrammi a centimetro): così, se esso ha 4 piedi (1m.22) di larghezza, dovrà pesare 5 tonnellate (5 734 chilogrammi); se esso non ha che 3 piedi (0m. 91) il suo peso sarà di 4 tonnellate (4 297 chilogrammi) e si potrà applicarlo ad ogni specie di strade.

Un cilindro che pesasse un poco più di 28 quintali per ogni piede (47 chilogrammi a centimetro) produrrebbe maggior effetto; ma sarà meglio non oltrepassare questo limite, ed ottenere lo stesso risultato ripassando più volte sullo stesso tratto, che andare incontro agl'inconvenienti d'una macchina troppo pesante. Sarebbe, del resto, interessante rilevare qual sieno gli effetti prodotti da cilindri pesanti o leggieri, dal numero di giri che ciascuno di essi esige.

3.° In quanto all'effetto prodotto, un cilindro più largo è da preferirsi, perchè l'operazione si esegue con maggior sollecitudine e tende a stringere le pietre lateralmente tra loro; ma come il suo peso aumenta in ragione della lunghezza della superficie di contatto, questa lunghezza deve avere un limite al di là del quale il cilindro sarebbe troppo pesante e difficile a maneggiarsi. Un cilindro troppo stretto tende a rovesciarsi, e d'altra parte, allorquando è troppo largo, esso occupa troppa estensione nella larghezza della strada, ed è molesto per la circolazione, se la strada è trafficata mentre che esso opera.

4°. I cavalli non debbono esser obbligati a grande sforzo per tirare il cilindro, altrimenti co' piedi smuoveranno le pietre che cominciavano a consolidarsi. Siccome la resistenza è maggiore in principio senza divenir mai tenue, anche alla fine dell'operazione, non bisogna caricare ciascun cavallo di più di 10 o 12 quintali (3/5 di tonnellata) nel principio, e non andare oltre di 1 tonnellata (1 016 chilogrammi circa) nella fine.

5°. Sarebbe a desiderarsi che non s'impiegassero più di 4 cavalli per volta, perchè quando sono molti diviene più difficile ottenere un tiro bene organizzato; ma come, per

quel che abbiamo stabilito innanzi, un cilindro di 4 tonnellate (4 000 chilogrammi) sarebbe troppo pesante per produrre il miglior effetto possibile, e come sei cavalli possono esser ligati insieme senza molti inconvenienti, noi proponiamo di adottare questa cifra come limite, e di fissare a 5 tonnellate e 12 quintali (5 687 chilogrammi) il massimo del peso da assegnarsi al cilindro, ciocchè, a 28 quintali per ogni piede (47 chilogrammi a centimetro) di superficie di contatto, corrisponde ad una larghezza di 4 piedi ($1^{m}.22$).

Noi abbiamo le relazioni di diversi esperimenti fatti sul continente nel corso di questi ultimi anni, relativamente all' uso del cilindro nelle strade inghiaiate di fresco. Quantunque esse non sieno tutte completamente d' accordo, nondimeno ne risulta che l'utilità pratica di questa operazione è stata generalmente riconosciuta.

Il cilindro l' uso del quale sembra il più facile è quello che dicesi adoperato dapprima nelle provincie renane, ed introdotto poscia in Francia, con qualche modificazione, ne' dipartimenti vicini alla frontiera. Esso è in ferro fuso ed ha 4 piedi e 3 pollici e mezzo ($1^{m}.30$) di larghezza ed altrettanto di diametro. Una larga cassa di legno di 6 piedi e 4 pollici ½ di lunghezza, 5 piedi 8 pollici ½ di larghezza, ed 1 piede ed 8 pollici di profondità ($2^{m}.06$ su di $1^{m}.75$ e $0^{m}.50$) aperta nella parte superiore, è fissata sull' asse col mezzo di braccia di ferro fuso. Questo cilindro ha due timoni, l' uno davanti e l' altro di dietro, per potersi trarre in ambedue i sensi senza che vi sia d' uopo di girarlo. Il timone di dietro serve qualche volta per guida. Esso è pure munito di un freno che agisce per pressione col mezzo di una piastra adattata su di una delle basi del cilindro, nello stesso modo di quelli usati ne' *waggons* in Francia.

Il cilindro e gli altri pezzi di ferro fuso pesano circa 20 tonnellate (2 000 chilogrammi), la cassa e le altre parti di legno pesano circa 19 quintali (1 000 chilogrammi), ciocchè fa in tutto tonnellate 2. 19 (3 000 chilogrammi). La cassa contiene un peso eguale in pietre quando è completamente carica; per conseguenza la carica totale può elevarsi a tonnellate 5. 18 (6 000 chilogrammi). Sei forti cavalli possono metterla in azione. Si fa passare sulla superficie intera della copertura della strada una o due volte vuota: allora pesa 3 tonnellate e si ottiene una prima compressione de' materiali; in seguito si fanno uno o due giri con una carica addizionale di 1 tonnellata ½ circa (1 500 chilogrammi) ciocchè dà in tutto 4 tonnellate ½ (4 500 chil:) negli ultimi giri. Se ne fanno dieci in tutto con la carica totale.

Per una lunghezza di 12 miglia, si ha dunque così una superficie di 3 000 *yardi* quadrati completamente passata sotto il cilindro in un giorno, o circa una lunghezza di ¼ di miglio sulla larghezza di 21 piedi circa.

Tutti gli autori sono d'accordo intorno al principio, che sia assolutamente necessario, per giugnere al miglior risultato, di spandere sulla superficie, mentre che dura l' operazione, della sabbia, della terra, della ghiaia minuta, ec., senza di che la consolidazione non può esser mai completa.

La strada comincia a consolidarsi dalla parte inferiore, ch' è la prima a rendersi compatta; e quando, dopo circa sei giri fatti su tutta la superficie, gli strati superiori divengono sufficientemente uniti, si spande successivamente, ed a misura che il cilindro passa, della sabbia, del detrito o, ciò che conviene anche meglio, della ghiaia finissima, nel solo scopo di riempiere gl' interstizî delle pietre, e non per guarentire la copertura. Ne abbisognano circa 3 yardi cubici per 18 yardi quadrati, ciocchè corrisponde ad 1 pollice ($0^{m}.025$) di spessezza. È importante che queste materie non sieno poste troppo presto, senza di che esse andrebbero al fondo della copertura, e non solamente sarebbero perdute, ma nocive. È sufficiente che l'inghiaiata ne sia compenetrata per 2 o 3 pollici ($0^{m}.05$ a $0^{m}.08$) per rendere compatta la strada.

Abbiam detto che la ghiaia minuta era la migliore per riempiere gl' interstizî; bisogna metterla poco a poco dopo tre o quattro giri del cilindro, e solo ne' tratti ne' quali quest' interstizî non sono riempiuti.

Quando l'operazione è finita, se essa è ben fatta, la crosta superiore deve staccarsi in pezzi di 6 a 7 piedi quadrati per volta, risultato al quale non si potrebbe giungere senza l'introduzione della ghiaia, e che sarebbe anche più soddisfacente se si componesse lo strato superiore della copertura di pietre più piccole del rimanente, tali per esempio da passare in anelli da 1 pollice ¼ ad 1 pollice ½ ($0^{m}.03$ a $0^{m}.04$).

Questa operazione deve farsi in un tempo umido, altrimenti i materiali debbono esser molto bagnati artificialmente. Sarebbe a desiderarsi nondimeno, che non piovesse, a meno che non fosse leggiermente, quando i materiali di aggregazione sono distesi, perchè in questo caso essi si attaccano al cilindro, o portano seco le pietre della copertura. Ne' tempi di gelate non bisogna far uso del cilindro; lo stato de' materiali, secondo che essi sono secchi o umidi, influisce potentemente sul risultato dell' operazione.

Si conserverà molto meglio il profilo trasversale della strada facendo scorrere il cilindro da' lati al mezzo, che se si cominciasse dall' asse.

Il costo dell' operazione è stato in Francia:

	lir.	scel.
Per sei cavalli, e due conduttori	1.	4
Per sei operai occupati nella strada ad aiutare l' operazione, livellare le ineguaglianze, spandere la ghiaja, ecc.	»	7
Totale per 3 000 yardi quadrati	1.	11

Ciocchè fa circa 1 soldo per 8 yardi quadrati, o per 1 yardo in lunghezza su 32 piedi di larghezza. Per ogni miglio la spesa sarà circa di 7 lire 5 scellini.

In Irlanda questi prezzi devono essere aumentati, come segue :

	lir. scel.
Pe' sei cavalli co' conduttori	1. 7
Pe' sei operai ad 1. scellino, e 4 soldi ognuno	» 8
Totale	1. 15

Sarebbe a desiderarsi che il cilindro fosse modificato, che se ne riducesse la larghezza a 4 piedi ($1^m.22$) soltanto; il suo peso sarebbe allora, compresa la cassa, di 2 tonnellate ½ circa (2 500 chil.); aggiungendo la carica di tonnellate 2. 2, peserebbe in tutto tonnellate 5. 12 (5 600 chil:) cioè 28 quintali per piede (47 chil. a centimetro).

Questo cilindro dovendo passare dieci volte su ciascun punto della strada, e percorrendo 12 miglia al giorno, l' operazione richiederebbe cinque giorni e costerebbe 8 lire 15 scellini per ogni miglio d'una strada larga 34 piedi.

Le ghiaie, e le materie da aggiungersi per la consolidazione della copertura dovrebbero andar comprese fra i materiali di costruzione della inghiaiata, ma come qui a rigore sarebbe necessario un aumento del volume, si deve perciò farlo figurare nella spesa. Supponiamo che essa arrivi ad uno scellino per ogni yardo cubico, abbisognandone uno per ogni 36 yardi quadrati, la spesa sarà di 19 lire e 5 scellini per miglio, avendo la strada 34 piedi di larghezza. La spesa ascenderebbe così a 28 lire per miglio.

Per quanto perfetta sia l' operazione del cilindro, la superficie della strada presenta anche dopo di essa una certa mobilità, e non diviene compatta e solida che qualche giorno dopo che è stata aperta al pubblico, cioè da sei a dieci giorni per le strade mezzanamente frequentate; durante questo tempo fa d' uopo prendere gran cura della conservazione del profilo della strada. Aggiugnendo ancora 2 lire a miglio per questo lavoro estraordinario, il totale della spesa per l' uso del cilindro sarà di 20 lire a miglio (franchi 0. 46 a metro).

L' uso del cilindro in se stesso costa tanto poco, relativamente, che, nel caso nel quale non vi fosse bisogno d' un peso così considerabile, e che se ne riducesse a 3 piedi la larghezza, aumentando di ¼ questa parte della spesa pel maggior numero di volte che sarebbe necessario farlo passare sulla strada, non si aumenterebbe di molto la cifra totale.

Se fosse necessario un inaffiamento artificiale, si dovrebbe aggiugnerne la spesa, la quale per altro non può esser molto forte.

Dopo usato il cilindro, il consumo de' materiali sulla strada sarà insignificante. Un ingegnere francese cita l' esempio d' una strada sulla quale si era ben adoperato il cilindro, e che non avea richiesto pel suo mantenimento più di 1 yardo cubico per 300 yardi quadrati; in un altro caso, secondo lo stesso ingegnere, un yardo cubico sarebbe stato sufficiente pel mantenimento di 1500 yardi quadrati, quantunque la strada fosse trafficata ogni giorno da 400 carri; infine un' altra strada non avrebbe richiesto nuove provvisioni pel corso di tre anni.

Per istabilire un confronto più diretto della spesa che esige la consolidazione d'una strada, sia con l' azione ordinaria del passaggio delle vetture, sia con l' uso del cilindro, bisogna osservare che nel primo caso si perde più gran parte della spessezza che nel secondo; le ruote strette delle vetture penetrando nell' inghiaiata ancora mobile, ed affondando nel terreno di fondazione lo strato vicino del suolo, una gran parte de' materiali è così spostata, stritolata e perduta, mentre che col cilindro la spessezza intera resta intatta senza alcuna alterazione nè spostamento. Si può dunque stabilire, senza tema di esagerazione, che se per ottenere una strada ben consolidata di 6 pollici ($0^m.15$) di spessezza, abbisognano 10 pollici ($0^m.25$) co' procedimenti ordinarî, 8 pollici ($0^m.20$) saranno sufficienti con l' uso del cilindro convenevolmente fatto, e perciò, l' economia sarà considerabile. Supponiamo, in fatti, che la pietra stritolata costi il doppio delle materie atte a consolidare, che il yardo cubo valga in quest' ultimo caso 1 scellino e 2 scellini nell' altro; abbiam veduto che si spandeva, prima di usare il cilindro, uno strato di 1 pollice di spessezza di materie consolidanti e che questa spesa giungeva a 20 lire per ogni miglio; la perdita di materiali sarebbe dunque il quadruplo ossia 80 lire mentre che la spesa totale per l' uso del cilindro non si eleva che a 30 lire.

Quand' anche l' uso del cilindro non portasse altro che l' economia di un pollice d' inghiaiata, il valore di questo solo pollice sarebbe anche maggiore della spesa necessaria per quell' uso, comprendendovi le materie d'aggregamento.

Noi diamo il calcolo precedente in prova dell' economia che risulta dall' uso del cilindro, ma non è perciò che noi intendiamo raccomandare di ridurre il cubo dell' inghiaiata al suo minimo. Al contrario, come l' uso del cilindro sulla superficie d' una strada è un' operazione definitiva, e non ha bisogno d' esser ripetuta, fino a che la copertura non sia ridotta alla sua minore spessezza, sarà senza dubbio più economico di spandere in una volta una quantità considerabile di materiali, che dureranno così per qualche anno, in modo da diminuire il numero delle epoche nelle quali sarebbe necessario di usare il cilindro.

Siccome il cilindro che abbiamo descritto come il migliore (cioè quello di 4 piedi di lunghezza, di un sol pezzo, del peso di 2. tonnellate ½), non si sposta facilmente, è sorta perciò l' idea di costruirne uno simile ad un

carro con due ruote di cui i quarti avessero 9, 12 o 18 pollici di larghezza. Questa macchina peserebbe da 1 a 2 tonnellate. Perchè la carica di 2 o 3 tonnellate potesse essere stabilita il più basso possibile, l'asse dovrebbe esser ricurvato e situato al disotto della cassa, ovvero dovrebbe attraversarla, se fosse dritto. La distanza tra le ruote sarebbe di un certo numero di volte la loro larghezza: così, quando queste avessero 9 pollici di larghezza, la distanza sarebbe di 3 piedi o di 3 piedi e 9 pollici; per 12 pollici essa sarebbe di 3 o 4 piedi, per 18 di 5 piedi.

Un cilindro così costrutto sarebbe convenientissimo sotto molti rapporti; ma esso presenta due inconvenienti; il primo, perchè tende a scacciare i materiali lateralmente, per la piccola larghezza di ciascuna ruota; l'altro perchè è impossibile col farlo passare più volte di ripianare ciascuna parte della strada precisamente nello stesso modo, dovendo alcuni tratti esser percorsi più spesso degli altri.

In talune circostanze, si può stabilire la copertura nello stesso tempo che vi si passa il cilindro. Nella costruzione di una strada nuova, su di una costa, nella contea di Antrim, i materiali per l'inghiaiata erano estratti da diverse cave situate sulla sommità della costa. Si fecero delle carrette con ruote di 4 pollici, e si cominciò a spandere l'inghiaiata presso ad una delle cave: si trasportavano le pietre nella discesa, dirigendo le carrette cariche sulla parte eseguita, di modo che esse percorrevano ne' loro transiti successivi tutta la lunghezza dell'inghiaiata. Si scaricavano in seguito, e si facean salire vuote. In tal modo, quando l'operazione cessò, la strada era quasi consolidata senza lavoro straordinario.

Un cilindro del peso di 5 a 6 tonnellate può agire su di una rampa con inclinazione di $^1/_{20}$, aumentando il numero de' cavalli, ma non lo potrebbe su di una rampa più inclinata, ed anche quando l'inclinazione oltrepassa $^1/_{30}$, è miglior cosa servirsi di un cilindro meno pesante, e farlo passare un maggior numero di volte.

Val meglio completare prontamente la consolidazione di una parte della copertura della strada, quando è cominciata, ma procedendo così per piccole lunghezze si è costretti di voltare spessissimo il cilindro, e questa manovra è difficile e svantaggiosa.

Abbiamo ammessi certi pesi e certe dimensioni di cilindri come atti a dare i migliori risultati. Per altro quando se ne ha di già stabiliti se ne può fare il saggio con la guida sempre de' principî di sopra enunciati, cioè badando di aumentare il peso del cilindro a misura che si aumenta il numero de' giri. Si può giungere a tale risultato in diversi modi, secondo le circostanze e secondo i luoghi. Il mezzo più semplice, ma nel tempo stesso più imbarazzante nell'applicazione, è quello di adattare una cassa larga sul cilindro, e di caricarla di pietre.

Nelle città, o nelle loro vicinanze si può far uso del ferro fuso invece di pietre, sia sospendendolo all'asse nello interno del cilindro, sia ponendolo in una cassa, che in tal caso potrebbe esser più piccola, essendo minori i volumi de' pesi usati, e più facile il maneggiarli. Si può anche, nell'interno delle città, quando si conosce perfettamente quali sono le dimensioni e le cariche più convenienti, avere de' cilindri di due o più specie, che presentino per esempio, per la medesima superficie di contatto, pesi differenti e servirsene passando successivamente da' più leggieri a' più pesanti.

USO DEL FERRO NELLE COSTRUZIONI.

Nella *Revue générale de l'Architecture* trovansi molti articoli concernenti l'uso del ferro nelle costruzioni, materia che ci è sembrata molto importante, specialmente per l'applicazione che può farsene negli edifizî privati; abbiam creduto perciò opportuno di rifondere quelli articoli, classificandoli e riportandone in parte il senso compendiato, in parte ancora le stesse espressioni dell'originale. Questo metodo si presta meglio di ogni altro allo scopo che ci siamo proposto, quello cioè di dare a' nostri lettori la massima quantità di materia nel minimo volume. (a)

Negli ultimi tempi l'uso del ferro nelle costruzioni ha ricevuto una estensione prodigiosa e che deve attribuirsi da un lato alla scarsezza ognor crescente del legname di costruzione ed a'miglioramenti introdotti ne' modi di lavorare il ferro, e dall'altro a'vantaggi che esso presenta per la durata, e per essere al coperto da' pericoli d'incendio. Perciò, dopo di essersi adoperato il ferro nelle diverse parti di un edifizio, si son visti sorgere degli edifizî tutti di ferro, destinati per lo più ad esser trasportati in luoghi lontani da quelli ne' quali furono costrutti, e sovente a traversare i mari. Esamineremo dapprima gli usi del ferro nelle costruzioni ordinarie, e diremo infine qualche parola delle costruzioni tutte in ferro.

ARMATURE DI FERRO DA SOSTITUIRSI AGLI ARCHITRAVI DI LEGNAME AL DI SOPRA DE' VANI.

» L'uso degli architravi in legno, destinati a sostenere le facciate delle case, al disopra de' vani delle botteghe e delle porte d'ingresso, è stato sempre riguardato dai costruttori come un errore molto grave, sebbene quest'uso siasi continuato per effetto dell'abitudine. Non

(a) Abbiamo segnato con virgolette que' periodi degli articoli della *Revue* che sono riportati letteralmente.

si deve infatti temere vedendo un' intiera facciata in pietre di taglio sostenuta da un appoggio efimero, che un incendio, anche parziale, può distruggere in pochi istanti e la caduta del quale porterà seco quella dell' intiera casa ? »

» Delle infiltrazioni leggiere bastano a scomporre facilmente de' sostegni così fragili ; inoltre questi pezzi di legno di 40 a 50 centimetri di altezza media, non essendo mai secchi, sono capaci di un restringimento di 1 o 2 centimetri ed anche più, dal quale risultano de' cedimenti ne' muri soprastanti. »

Armatura per le aperture di due metri ed al disotto.

» Questa disposizione consiste in due tiranti di ferro piatto *aa* (tav. III. fig. 4, 5 e 6) (1), sostenuti da quattro colonne in ferro fuso *bb* sulle quali sono due traverse (*semelles*) *dd*, anch' esse di ferro piatto, che reggono due cuscini (*sommiers*) *cc* di *roccia durissima*, che ricevono gli archi di mattoni di Borgogna di 15 a 20 centimetri di freccia. »

» Con questa disposizione semplicissima, la quasi totalità del peso del muro fra' due vani superiori agisce sulle colonne di ferro fuso, le dimensioni delle quali ($0^{m}.11$ di diametro) sono sufficienti per resistere allo schiacciamento, ed alla flessione, e la porzione del peso di questo stesso muro che agisce su' due archi contigui produce due forze, che hanno per risultante una forza o pressione che si aggiunge alla parte del peso che agisce direttamente sulle colonne. La risultante unica di queste tre forze è neutralizzata dalla resistenza che offre la colonna *b*. Rimane la componente che tende a rovesciare il piedritto *A*; ma nel maggior numero de' casi, il peso del muro superiore e l' aderenza de' materiali sono ben sufficienti per farle equilibrio. »

» Nel dubbio la prudenza esige che sian posti dei paletti (*ancres*) di ferro agli estremi de' tiranti *aa*. Aggiungiamo, che conviene di non riempire lo spazio compreso tra l' intradosso dell' arco di mattoni ed i tiranti, se non dopo completati tutt' i lavori grossolani, acciò questi tiranti non soffrano che il semplice stiramento. »

» In quanto alla spesa, essa è sensibilmente maggiore nel modo che noi proponiamo; in fatti ecco l' analisi del prezzo d' un'architrave di quercia pel caso del quale trattasi. »

Lunghezza	larghezza	altezza	volume
7 m. ×	$0^{m}.45$ ×	$0^{m}.40$ =	st. 1. 26.

A franchi 120 lo stero come legno di buona qualità . . . . franchi 151. 20
4. Zeppe a fr : 1. 20 . . . . franchi 4. 80
4. Cavicchie del peso di 8 chilog. compresi i dadi ed il lavoro delle viti ad 1. franco il chilog: . . . . . franchi. 8. 00

Prezzo dell'architrave in legno franchi 164. 00

L' architrave in ferro e mattoni costerà:

Peso

Pe'tiranti di ferro di $0^{m}.03 \times 0^{m}.06 \times 9^{m}$ (2) chilog. 144. 00
Pe' quattro paletti di ferro quadrato di $0^{m}.027$. (3). 22. 76

Peso totale del ferro . . . . chilog. 166. 76

A franc. 0.60 il chilogrammo. . . franchi 100. 05
» Gli archi di mattoni, e cuscini di $6.^{m} \times 0.^{m}35 \times 0.^{m}45 = 0.^{m}90$. di fabbrica in mattoni di Borgogna a franchi 100 il metro cubo. 90. 00

Prezzo dell' architrave in ferro fr. . . . 190. 05

» Si vede così, che l' apertura essendo la stessa nei due casi, la spesa per un architrave in ferro e mattoni è maggiore circa di un quinto di quella necessaria per un architrave in legno, ma questa differenza non deve, a creder nostro, esser presa in considerazione per una costruzione che presenta sull' antico sistema condizioni migliori di *solidità, di durata ed incombustibilità.* »

Armature per le aperture al disopra di due metri.

» *Armatura primitiva.*—Qualche anno fa, allorchè si cominciò a sostituire il ferro al legname nelle costruzioni, fu adoperata la seguente disposizione (tav. III. fig 8): un arco, *aa*, in ferro piatto ($0.^{m}027 \times 0.^{m}07$) (4) sotteso da una *corda* o tirante, *bb*, anche in ferro ($0^{m}.027 \times 0^{m}.07$); la corda e l' arco erano uniti fra loro da molte *frecce* o traverse *ccc* . . . ($0.^{m}015 \times 0^{m}.05$). Questi elementi costituivano un' incavallatura (*ferme*). Lo spazio esistente fra le due incavallature necessarie a sostenere un muro di 50 centimetri di spessezza veniva riempito da una piattabanda in fabbrica di mattoni messi in opera con gesso. »

(1) Si potrebbe far uso del ferro quadrato, ma è preferibile sotto tutti i rapporti adoperare il ferro piatto (*méplat*); crescendo la resistenza in ragione del quadrato dell'altezza, mentre essa aumenta soltanto in ragion diretta della larghezza della sezione trasversale.

(2) Ogni metro lineare di ferro di tal calibro pesa chilogrammi 14.

(3) Ogni metro lineare di ferro di tal calibro pesa chilog. 5. 69.

(4) Le cifre poste in parentesi indicano le dimensioni de' ferri per un' apertura da 4 a 5 metri. Queste dimensioni dovrebbero necessariamente esser aumentate per aperture più grandi.

» Da questa disposizione risultava un tutto estremamente rigido, e capace di sopportare delle grandissime pressioni, specialmente quando al disopra dell' architrave si fece un arco, *dd*, anche in mattoni. »

» Potremmo citare un gran numero di case di Parigi dove una simile armatura larga 4 metri in opera, resiste al peso di un muro di 5 piani, aumentato da quello de' corrispondenti solai, che può esser calcolato nella somma totale ad 82 000 chilogrammi e talvolta anche a 100 000. »

» Nell' armatura che abbiamo descritta la corda è sottoposta ad uno sforzo di *flessione* per mezzo delle traverse; perciò per le aperture da $3^{m}.50$ in sopra i costruttori hanno apportato a questo sistema delle modificazioni che noi ci accingiamo a far conoscere l' una dopo l' altra. »

» *Armatura primitiva modificata dal Sig. Jacquemart.* — Il Sig. Jacquemart intraprenditore di lavori di ferro, ha avuto la felice idea di sostituire alle traverse verticali, *cc*...(fig. 8) un ferro piatto continuo, *dd* (fig. 9.), le porzioni del quale *dd, d'd'*. . . . ($0^{m}.015\times0^{m}.05$) sono inclinate per rapporto al tirante *bb* ($0^{m}.027 \times 0^{m}.07$). Questa traversa continuata *dd d'd'* è fissata all' arco *aa* ($0^{m}.027 \times 0^{m}.07$) ed al tirante *bb* con degli anelli di ferro, *ee*. »

» La fig. 10 mostra l' unione della traversa continuata *dd* con l' arco *aa* e col tirante *bb*. »

» Per mezzo di questa disposizione il peso che agisce su di uno degli elementi dell' arco si decompone in due forze: l' una perpendicolare al tirante *bb*, e che tende a farlo piegare; e l' altra parallela a questo tirante, che agisce orizzontalmente, e che tende a farlo allungare. »

» Risulta da ciò che il tirante *bb* dovrà resistere ad una pressione verticale molto minore di quella alla quale esso era sottoposto nel sistema precedente ».

» Aumentando l' altezza della freccia e le dimensioni de' ferri, quest' armatura potrebbe essere adoperata per aperture di 5 metri ed anche di 6. La sua solidità sarebbe aumentata considerabilmente col mezzo di archi di mattoni come lo dimostra la fig. 9 (5). »

» Noi però approveremmo la disposizione obbliqua delle traverse di quest' armatura nel solo caso in cui esse fossero saldate tanto all' arco che al tirante. Esse formerebbero allora una continuazione di triangoli di forma inalterabile, che sarebbero di possente aiuto all' arco, mentre ch' esse non godono di questa proprietà nella disposizione adottata, dovendo scorrere su gli anelli che li uniscono all' arco ed alla corda. Del resto esse non sono nel piano medesimo de' due pezzi principali, e possono storcersi. »

(5) L' intraprenditore sig. Jacquemart esegue ora secondo questo sistema l' ossatura di una casa nella strada di Grenelle-Saint-Germain (Parigi), sotto la direzione dell' Architetto Sig. Dumas.

» Per regola generale, bisogna che l' arco non si appoggi sul tirante, che deve restar libero. Noi riproviamo pure per questa ragione il riempimento in fabbrica, che si è solito di porre ne' vuoti delle armature; poichè finalmente in che mai questo riempimento può contribuire alla solidità dello insieme? Se si sopprime col pensiero l' arco in ferro, che soprasta a questo riempimento, esso non formerà più se non un segmento di cerchio, le sottili estremità del quale non avranno alcuna resistenza, e quindi non sarà che un carico inutile. Questo riempimento sarà nocivo poichè riporterà sulla corda in tutta la sua integrità la pressione prodotta dalla flessione dell' arco cagionata dal peso superiore. A dir vero esso mantiene una connessione fra le due armature gemelle, che costituiscono l' architrave, ma lo stesso risultato può ottenersi per mezzo di traverse a *croce di S. Andrea*, come si vedono segnate nella fig. 18. »

» *Armatura Baudrit.*—L' armatura del Sig. Baudrit si compone di un arco in ferro *aa*, ($0^{m}.03\times0^{m}.11$) (fig. 11 e 13) sotteso da due corde *bb* (di $0^{m}.027$ di diametro), con talloni rigonfiati alle loro estremità, che son traversati da' due paletti, *cc*; queste due corde o tiranti sono mantenute l' una contro l' altra tra i fianchi di un cuscinetto di ferro fuso, *dd* (b). Perchè quest' armatura presenti tutta la resistenza desiderabile, è importante che l' incavallatura non possa deviare dal piano verticale; perciò l' autore ha coronato l' arco con un cappello formante scanalatura, e composto da un ferro piatto, *e* ($0^{m}.08\times0^{m}.02$) e da due quadrelli (*carillons*) laterali *ff*. ($0^{m}.02\times0^{m}.02$) (fig. 13). »

» Facendo sormontare questa armatura da un arco di mattoni ed accrescendo le dimensioni de' suoi elementi è stato possibile di adoperarla per aperture da 5 ad 8 metri di lunghezza. »

» Il peso del metro lineare di quest' armatura è di chilogrammi 110. »

» Il prezzo del chilogrammo è di franchi 0. 90. »

» In una casa della rue Bleue, n. 10 si sono soppressi de' piedritti in fabbrica al pian terreno, e si è sostenuto un muro di quattro piani col mezzo dell' armatura del Sig. Baudrit. »

» L' architetto signor Lassus ha fatto uso di quest' armatura nel convento della Visitazione. Essa ha circa 8 me-

(b) Abbiam creduto poter chiamare *cuscinetto* questo pezzo, che nell' originale francese è detto *patin*, per la sua rassomiglianza co' cuscinetti adoperati a sostenere le rotaie delle strade ferrate; ecco le espressioni dell' originale: « *ces deux cordes ou tirants sont maintennes l' une contre l' autre par les jouées d' un patin en fonte dd.* »

Nella figura 12, che rappresenta in pianta l' armatura del signor Baudrit, non veggonsi segnati che i soli *cuscinetti* e le due coppie di tiranti; l' arco si suppone tolto per rendere più chiaro il disegno.

tri di apertura, e resiste alla carica di un campanile di un peso considerabile. »

» Quest' armatura, che sembra accreditata, è stabilita, come tutte quelle che sono destinate allo stesso uso, sul principio che due forze opposte ed eguali si distruggono scambievolmente. »

» Nell' *armatura primitiva*, come in quasi tutte le altre, si è messa la potenza direttamente in contrasto con la resistenza, legando l' arco con la corda o tirante (6). Essendo dunque neutralizzata la spinta per la combinazione medesima degli elementi dell' armatura, non si doveva aver altra cura che di dare a questa una forza sufficiente per resistere alla pressione verticale, senza darsi pensiero del rovesciamento de' sostegni, circostanza che non dovea temersi. »

Il sig. Baudrit non si è curato di andar dritto allo scopo legando, come fanno tutti, l' arco alla corda. Di fatti, cosa vediamo nel suo sistema? L' estremità *est* dell' arco poggia sul tallone di un tirante che si trova legato con la sua estremità *ovest* ad un paletto conficcato in un filare di pietre a 50 o 60 centimetri al di là dell' apertura dell' arco. »

In questa armatura la pietra non ha quindi altro oggetto, se non quello del tutto ozioso di trasmettere la spinta dell' arco al tirante.

» Ma non è questo il suo difetto maggiore. Le armature debbono riunire due qualità indispensabili: l' incompressibilità dell' arco e l' inestendibilità della corda. Si può sempre ottenere la prima, ma è possibile di aver l' altra in modo assoluto, qualunque forza diasi al ferro, a cagione della dilatazione di questo metallo coll' azione del calore. »

» È bene di cercare di neutralizzare, se pure è possibile, gli effetti della dilatazione, ma la combinazione principale del sistema Baudrit produce precisamente l' opposto. »

» In tutti i sistemi che noi conosciamo, a tirante semplice o doppio attaccato direttamente alle due estremità dell' arco, e quando i due estremi dell' armatura son liberi, la dilatazione si produce a partir dal mezzo verso le estremità. Il mezzo solo della corda resta immobile; tutti gli altri punti, posti a dritta ed a sinistra, se ne allontanano progressivamente nel senso delle estremità. L' effetto inverso ha luogo nella contrazione prodotta dall' abbassamento della temperatura; il punto medio resta sempre fisso, ma gli altri punti si avvicinano ad esso. L' arco allungandosi in proporzione non fa soffrire allo insieme del sistema un sensibile cambiamento di forma. »

» Ciò posto supponiamo un' armatura il tirante della quale avesse 5^m. di lunghezza, ed ammettiamo che la dilatazione fosse di $0^m.001$ per metro, tra i due estremi della temperatura atmosferica; avremo in totale un allungamento, o se vuolsi una differenza di lunghezza di $0^m.005$. Ma nel sistema Baudrit, ogni arco è munito di due tiranti che agiscono indipendentemente l' uno dall' altro, e ciascun tirante è libero da un capo e ritenuto dall' altro. L' estremità fissa di ciascuno de' tiranti è munita di un occhio e di un paletto; l' allungamento si produce a partire dall' estremo fisso e progredendo verso l' estremità libera; e per la disposizione de' due tiranti, l' uno si allunga verso l' *est* e l' altro verso l' *ovest*. Quindi l' allungamento totale si comporrà di quelli di ambedue i tiranti, ciascuno de' quali eccede in lunghezza l' apertura dell' arco per $0^m.50$ circa. Nell' ipotesi dunque di un apertura di 5^m. avremmo per la lunghezza totale dilatabile $5^m+5^m+0^m.50\times2=11^m.00$. Il doppio tirante si allungherà quindi di $0^m.011$, cioè più del doppio di quelli delle altre armature. L' arco non allungandosi in proporzione, cambierà di forma abbassandosi sopra se stesso, e le spalle soffriranno una spinta più considerabile che nel sistema di armature ordinarie. Questi effetti insignificanti in apparenza, quando si riguarda solo la loro azione per breve tempo, possono divenir gravi dopo un certo numero di anni. »

« Il sig. Baudrit ha avuto ragione di non mettere staffe (*brides*) a questa armatura. Quest' accessorio è necessario solo nel caso che si abbia un tirante tangente al dorso dell' arco, o che si voglia sospendere un solaio sotto l' armatura. Noi lo lodiamo molto di aver accresciuta la rigidità del suo arco col sormontarlo con una piattabanda scanalata, la quale dando alla sezione trasversale la forma di una T, offre una grande resistenza alla spinta laterale e mantiene l' arco nel piano verticale. »

» *Armatura Leturc.* — Nel sistema primitivo le estremità dell' arco *a* (vedi fig. 8.) s' appoggiano su di un tallone saldato sul campo superiore della corda o tirante *b*. Questa disposizione ha il doppio inconveniente: 1.° di far perdere alla freccia dell' arco un' altezza eguale all' elevazione della corda, dappoichè l' arco è soprapposto a quest' ultima (si sa che l' altezza di cui si può disporre è quasi sempre limitata); 2.° di diminuire la resistenza del tirante contro la spinta dell' arco. L' azione di quest' ultimo tende a rompere il tirante per traverso, presso al tallone, che la spinta dell' arco tende a far rovesciare indietro. »

» Il Sig. Leturc ha biforcate le estremità del tirante alla guisa di una tanaglia, nella quale s' incastra l' origine dell' arco (fig. 14 a 18). Questa tanaglia si ottiene saldando parallelamente da ciascun lato della corda una spranga *b* simile ad essa ed anche più forte. Una traversa saldata all' altro estremo tra le due spranghe, forma un tallone solido, uno

(6) Noi supponiamo, che l' arco sia qui la potenza, quantunque questa altro non sia che il peso delle costruzioni superiori, ma è l' arco che sostiene questo peso, e lo trasmette alla corda.

degli estremi del quale presenta un taglio a sbieco per ricevere la origine dell' arco. »

» Un secondo tirante, munito di paletti a ciascun estremo e parallelo al primo, è posto sul dorso dell' arco cui è tangente nella sommità, mentre che s'appoggia su i fianchi, e sull'origine dell'arco stesso per mezzo di zeppe mantenute da staffe *d*. Questo doppio tirante non è necessario, che nel caso nel quale l'armatura è adoprata come trave in un solaio; quando serve per architrave, val meglio sopprimere il tirante superiore, e rimpiazzarlo con un arco di pietra poggiante sul dorso dell' arco di ferro al modo stesso di quello in mattoni delle fig. 8 e 9. »

» Per tutt' i casi possibili un arco in pietra ci sembra dover preferirsi ad un arco in mattoni; perchè fra le pietre non vi sono che sei o dodici commessure nelle aperture ordinarie, e queste commessure sono le sole parti compressibili, mentre che nell' arco in mattoni vi sono, ne' casi ordinarî, circa cento commessure, e la larghezza media di ciascuna è d' un centimetro; queste commessure producono nella somma una spessezza di cemento di 1 metro, capace di comprimersi di 2 o 3 centimetri, pel disseccamento aiutato dalla compressione (7). Tutto il peso gravita dunque, in fin de'conti, sull' arco di ferro. A che serve allora l' arco di mattoni? »

» Ma ammettendo l'utilità di questo secondo tirante, noi preferiremmo che esso fosse composto di due spranghe di ferro piatto, più sottili del tirante unico del sistema del sig. Leturc, e poste parallelamente da ciascun lato dell' arco; questa disposizione permetterebbe, in un' altezza data, d' aumentare la freccia dell'arco di una quantità eguale all' altezza del tirante superiore. Si sarebbe allora obbligati ad usare un altro sistema di staffe e di zeppe, per riportare sul dorso dell' arco il peso che graviterebbe sul tirante superiore così modificato. »

» Queste armature poggiano sopra zeppe di ferro piatto poste in addietro delle staffe dell' estremità ed al difuori dell' apertura dell' arco; affinchè il peso non possa far retrocedere l'estremità della tanaglia *b'*, questa trovasi consolidata da un tallone rovescio di ferro fuso *cd*, mantenuto con delle copiglie. »

» Le due incavallature gemelle sono connesse per mezzo di croci di S. Andrea *f* che nel caso di flessione di una di esse riporterebbero lo sforzo sull' altra. Le croci di S. Andrea son fissate alle staffe per mezzo di cavicchie. »

» La curvatura agli archi si dà martellando a freddo la parte piatta del ferro su di una zona di 2 o 3 centimetri sulla faccia di estradosso. Questo lavoro si esegue da un fabbro che mantiene la sbarra sull' incudine e da tre o quattro battitori. »

» Siccome questa operazione tende ad allungare la faccia sottoposta alla percussione, mentre che l' altra faccia rimane della stessa lunghezza, così la spranga di ferro deve necessariamente prendere una curvatura, la convessità della quale si trova dal lato della parte allungata. »

» Noi abbiamo visto delle spranghe di $0^m.12$ di larghezza curvarsi in modo visibile sotto l'azione di questa battitura; la diminuzione di spessezza non è che di un millimetro circa, cioè di $1/20$ della spessezza totale. Quante volte per accidente la curvatura necessaria sia oltrepassata in qualche parte dell' arco, si ridurrà questa allo stato regolare martellando la parte piatta d' intradosso. »

» Questa battitura a freddo ha il vantaggio di consolidare il metallo e dargli maggior fermezza precisamente nella parte che è più esposta allo schiacciamento per compressione, perchè forma l' estradosso dell' arco. »

» Questo mezzo è anche preferibile allo incurvamento meccanico; dappoichè quest' ultimo procedimento, lungi dal restringere i pori del ferro nell' estradosso, li allarga e li fende in un modo impercettibile ma reale. L' incurvamento a caldo, lungo e costoso, ha pure lo svantaggio di bruciare ed ammollire il ferro. »

» *Armatura Travers*.-Quest' armatura rassomiglia in gran parte a quella del Sig. Leturc, ma il suo autore vi ha arrecato un perfezionamento al quale noi avevamo di già pensato (vedi la descrizione dell' armatura Leturc), e che permette, nel caso che si creda opportuno di porre un secondo tirante al disopra dell' arco, di accrescere la freccia di quest' arco di tutta l' altezza della sezione del tirante superiore. Questo è formato da due spranghe di ferro parallele, situate da' due lati dell' arco, e riunite in un sol ramo con una saldatura da ciascun estremo, ne' punti ne' quali la curva di estradosso dell' arco esce fuori del tirante. Nel tirante inferiore la divisione in due rami paralleli ha luogo agli estremi (vedi la fig. 16) ma nel tirante superiore la separazione si fa nel mezzo. »

(sarà continuato)

TRASPORTO DI UNA FLOTTA COL MEZZO DI UNA STRADA FERRATA.

Il sig. Guillemon capitano del genio francese concepì il progetto di congiungere i porti della Francia sul Mediterraneo con quelli sulla Manica per mezzo di una strada ferrata, destinata a trasportare in breve tempo un' intiera

---

(7) Il Sig. Polonceau ha osservato un assettamento di om. o37 per ogni metro nella fondazione in cantoni di smalto della cartiera d' Echarcon. Questo assettamento ebbe luogo nell' acqua e nel senso longitudinale della fondazione, e non già nell' altezza per la quale non si fece niuna osservazione. La compressione non avea dunque avuto alcuna azione in questo fenomeno, se pure non era un azione negativa. Vedi Polonceau, *Notices sur quelques parties des travaux hydrauliques*, broch: in 4. di pag. 44, pagina 12.

gliare la stessa quantità di pietra co' mezzi ordinari. »

Un simile risultato ottenuto in quindici giorni di lavoro, e con operai non abituati alle operazioni di questo nuovo procedimento di estrazione di rocce, dimostra in maniera evidente, che il procedimento del signor Courbebaisse è destinato ad avere un' applicazione generale, tanto pe' lavori di mine, che pe' lavori di strade o di cammini di ferro.

Ecco intanto la descrizione succinta di questo procedimento:

Il principio fondamentale della invenzione consiste in produrre, nel fondo di un foro di mina cilindrico di piccolo diametro e di profondità più o meno grande, col mezzo di un reagente chimico tale da corrodere la roccia, una cavità di grandezza variabile (a volontà dell' operatore) per porvi della polvere. Il reagente adoperato per le rocce calcari è l' acido idroclorico, volgarmente chiamato acido muriatico.

La foratura si esegue semplicemente per mezzo di picconi come nelle mine ordinarie, per una lunghezza sufficiente.

Quando il foro è fatto vi si pone un tubo di rame, che arrivi fino ad una certa distanza dal fondo e nel quale si è posto all' estremo della stoppa. La parte superiore del tubo porta un imbuto del quale esso attraversa il fondo per risalire sino al livello dell' orlo; la porzione del tubo contenuta nello imbuto è forata da buchi laterali. In questo primo tubo se ne situa un altro che scende alla stessa profondità, e che s'innalza al di sopra dell' imbuto terminando con un cappello a due rami ricurvi.

L' acido muriatico è posto nell' imbuto, scende fra i due tubi fino al fondo del foro della mina, attacca la roccia generando il muriato di calce; l' acido carbonico sviluppato fa gorgogliare il liquido che sale ridotto in forma di schiuma pel tubo interno e si versa di nuovo nell' imbuto; la circolazione continua così sino alla saturazione dell' acido.

Quando si è adoperata una quantità di acido sufficiente per formare una cavità della grandezza voluta, si tolgono i tubi, si estrae il liquido col mezzo di un secchio a valvola, si asciuga con della stoppa attaccata all' estremo di una corda, e si pone la càrica di polvere servendosi per porta-fuoco di micce di sicurezza (bickford), (a) che dispensano dall' adoprare la spina ed allontanano ogni pericolo.

(a) Le micce di sicurezza inventate da Guglielmo Bickford sono formate da una corda di canape o di cotone la quale ha per anima un filetto continuo di polvere fina. La corda è coperta da un nastro ravvolto spiralmente, e si guarentisce dall' azione dell' umidità mediante un intonaco di catrame o resina. *V. il Supplemento al Dizionario Tecnologico* all' articolo *Mina*. Ivi parlasi pure del metodo Courbebaisse, ma non si descrive la forma dell' imbuto e dei tubi adoperati.

La borratura si forma con sabbia fina ed asciutta, versata semplicemente nel foro, ed ammassata dal solo suo peso. (*Revue générale de l' Architecture. — 1847 - 1848.*)

Trasporto del faro di Sutherland. — Il faro costrutto a Sutherland nel 1802 ha 76 piedi inglesi di altezza ed un diametro di 15 piedi alla base, la sua estremità è un poco conica verso la lanterna. La sua costruzione è in pietre levigate, ed esso rinchiude una scala a spirale. Il suo peso totale è di 338 tonnellate; concentrato su di una superficie di soli 168 piedi quadrati, esso presentava grandi difficoltà pel suo trasporto. Ciò non di meno il sig. Murray propose di tentare l' operazione, per evitare le spese significanti che avrebbe richiesto lo stabilimento di un faro temporaneo e la costruzione di una novella torre nel sito dove proponevasi di stabilirlo. Egli fondava d' altra parte la sua opinione sull' esempio degli Stati Uniti, dove si è riuscito a trasportare delle intere case. Una circostanza fortuita accelerò l' esecuzione del progetto del sig. Murray; il mare fece una breccia considerabile alla gettata sulla quale poggiava la torre; si pose perciò mano all' opera il 15 giugno 1841.

Si cominciò dal far tagliare da' muratori de' buchi, nei quali furono introdotte delle grosse travi, che furono poscia unite in modo da formare una solida base; sotto di questa e sotto l' edifizio furono disposti in seguito 140 curri in ferro fuso che scorrevano su di otto linee di rotaie di ferro; de' contrafforti esterni sostenevano la massa della torre e riposavano su pezzi di legno scorrenti essi stessi su di altri pezzi; l' attrito era raddolcito per mezzo di sapone e di piombaggine. I motori di questa enorme massa erano de' martinetti (*crics*) che la spingevano, delle viti che la tiravano e tre robusti argani messi in moto da 18 uomini.

Il giorno 2 del mese di agosto, la massa intiera si trovò allontanata dalla sua prima posizione per 28 piedi e 6 pollici verso il nord e quindi, per questa prima operazione, in linea della nuova gettata. Allora si cambiò la direzione de' curri e delle travi in modo da far loro seguire prima una curva di 647 piedi di raggio e quindi una linea retta rivolta verso l' est. Da quel punto l' intiera massa venne mossa innanzi con una velocità di piedi 33½ all' ora, in modo che dopo un cammino di 14 ore, ebbe percorsa una distanza di 447 piedi. Molto tempo fu perduto per cambiar le rotaie e le travi e per disporle solidamente, di modo che soltanto al 1°. di ottobre il faro potè giugnere all' estremità della gettata, dove nuove fondazioni eransi preparate per riceverlo. Allorchè vi fu giunto le travi che avean servito di base durante il tragitto furon tolte via l' una dopo l' altra, e lo spazio occupato da esse fu riempiuto con solida fabbrica. Il risultato definitivo dell' operazione è stato che la torre si è

trovata stabilita nel suo nuovo posto con tale solidità, che nessuna fenditura si è manifestata ne' suoi muri. Durante tutto il tempo del trasporto la lanterna fu illuminata giusta il solito ogni notte.

La spesa totale di questo importante lavoro è stata di 827 lire sterline; si è riconosciuto essersi risparmiate 893 lire sterline adottando l' espediente di trasportare la torre esistente, invece di costruirne una nuova. (*Revue générale de l' Architecture.*)

Un esempio di questo genere, forse non meno importante, è quello del trasporto del Campanile di Crescentino in Piemonte eseguito nel 1776, per opera di un semplice muratore per nome Serra e del quale i ragguagli, narrati dal sig. de Grégory, trovansi nel *Magasin Pittoresque*. Questo campanile avea l' altezza di circa 120 piedi francesi (metri 39) e 4 facce di 10 piedi ($3^{m}.35$) ciascuna. Occorrendo fare degli ingrandimenti ad una cappella alla quale questo campanile era annesso, e dovendosi perciò occupare il sito dove esso trovavasi, il Serra fece scavare la terra intorno al campanile per una certa profondità e tagliare per qualche pollice il piede delle 4 facce de' muri, in modo che tutto l' edifizio poggiasse sui quattro angoli; fece quindi introdurre in otto cavità praticate ne' muri, due per ciascun angolo, quattro travi che si incrociavano sotto il campanile e poggiavano sul terreno rimasto più alto. Su queste travi dovea reggersi il campanile quando i suoi angoli di mattoni fossero distaccati dal suolo; sotto di esse, nel fondo del cavamento di terra, furono disposte delle lunghe travi, messe l' una presso l' altra e nel senso nel quale dovea muoversi l' edifizio, in modo da formare un solido tavolato sul quale fu posta una serie di curri. Un altro tavolato simile e disposto nel senso medesimo, ma molto più corto, fu messo su' curri e su questo furono fatte poggiare le travi incrociate. Alle estremità di queste travi furono adattati otto puntelli che incontravano il campanile a' due terzi dell' altezza per guarentirlo dalle oscillazioni. Tagliati gli angoli ancora aderenti alle fondazioni, l' intiero edifizio venne mosso per mezzo di argani e di funi ed in meno di un' ora fu poggiato sulla nuova base non molto lontana.

Come si vede questa disposizione non differisce che per poche circostanze da quella adoperata pel faro di Sutherland. Nello stesso Magasin pittoresque si cita pure una torre di 65 piedi di altezza e 11 di diametro, fatta trasportare da un luogo ad un altro in Bologna da Rodolfo Fioravante celebre meccanico di quella città.

In tutti questi casi la singolarità consiste nell' aver trasportato, senza demolirli, degli edifizî costrutti in fabbrica; in quanto al trasporto di *monoliti*, di dimensioni anche maggiori di quelle degli edifizî indicati, i numerosi esempî ne sono troppo conosciuti perchè faccia mestieri rammentarli.

Lunghezze delle principali strade ferrate di Francia del Belgio e della Germania.

(*in miglia italiane*)

FRANCIA. — S. Germain	10. 209
Versailles (sponda destra e sinistra)	21. 287
Strasburgo e Basilea	75. 591
Parigi ed Orleans	71. 247
Parigi e Rouen	72. 984
Rouen e Havre	52. 263
Avignone e Marsiglia	28. 672
Montpellier e Cette	14. 553
Mulhausen e Thann	10. 209
Lione e S. Etienne	26. 935
Orleans Tour e Bordeaux	69. 509
Orleans e Vierzon	125. 550
Boulogne ed Amiens	82. 542
Parigi e Lione	278. 035
Chemin de fer du Nord	292. 806
Lione ed Avignone	123. 378
Parigi e Strasburgo	356. 233
BELGIO.-Linea del Nord-Brusselles ad Anversa	23. 676
Linea dell' Ovest—Malines ad Ostenda	66. 251
Linea dell'Est—Malines alla frontiera prussiana	71. 898
Linea del Sud—Brusselles alla frontiera franc.	44. 312
Gand alla frontiera francese a Tournay	41. 705
Tournay, Jurbise, Landen e Hasselt	41. 705
Braine-le-Comte a Namur	35. 623
Sambre e Meuse	52. 132
Louvain à la Sambre	46. 050
Namur e Liege	43. 009
Grand Luxemburg	72. 984
GERMANIA.—Lipsia—Dresda	62. 123
Lipsia—Magdeburg	62. 558
Lipsia—Ho	83. 411
Berlino—Cöthen	83. 411
Berlino—Potsdam	15. 639
Berlino—Stettin	77. 329
Berlino—Francoforte sull' Oder	41. 705
Berlino—Amburgo	152. 051
Halle—Eisenach	104. 263
Amburgo—Bergerdorff	8. 689
Altona—Kiel	44. 738
Magdeburg—Halberstadt	26. 066
Brunswick—Annover	34. 754
Annover—Harburgo	95. 575
Annover-Brema	69. 509
Colonia—Minden	165. 083
Colonia—Aix-la-Chapelle	46. 918
Colonia—Bonn	17. 377
Dusseldorf—Elberfeld	14. 771
Francoforte sul Meno—Wiesbaden	22. 590

Francoforte sul Meno—Manheim	41. 705
Francoforte sul Meno—Cassel	90. 361
Manheim—Carlsruhe Kehl	60. 820
Linea di Bexbach, Manheim—Sarrebruck	56. 476
Augusta—Lindau	75. 591
Augusta—Monaco	37. 361
Augusta—Hof	191. 149
Nuremberg—Furth	4. 344
Bamberg—Francoforte sul Meno	21. 721
Vienna—Gloggnitz	46. 050
Gloggnitz—Trieste	304. 101
Nordbalm—Vienna—Praga	434. 430
Praga—Dresda	99. 919
Dresda Görlitz (in costruzione)	
Francoforte sull' Oder—Breslau	173. 772
Breslau—Freiburg	34. 754
Oppelm—Crakau	78. 197
Budweis—Germurden	104. 263

(Artizan.—october 1849)

Dimensioni, durata di esecuzione e costo di diversi sotterranei artificiali.

(Annales des Ponts et Chaussées. 1848.)

INDICAZIONE DE' SOTTERRANEI	VIE DI COMUNICAZIONE DELLE QUALI FANNO PARTE	DATA DE' PRIMI LAVORI	DURATA DE' LAVORI	LUNGHEZZE	LARGHEZZE	COSTO PER METRO CORRENTE
			mesi	metri	metri	franchi
Riqueval	Canale St. Quentin.	1803	82(1)	5675.00	8.00	700
Pouilly	Id. di Borgogna	1824	96	3330.00	6.20	2000
Saint Maur (2)	*Canalizzazione* della Marna	»	»	500.00	10.00	»
Han	Id. della Mosa	1838	34	554.00	6.40	954
Revin	Id. id.	1838	29	213.00	6.40	1180
Foug.	Canale dalla Marna al Reno	1839	46	868.00	8.00	1560
Liverdun	Id	1839	57	380.00	8.00	1600
Arschviller (gran sotterraneo).	Id	1839	72	2500.00	8.00	da 900 a 1500
Arschviller (piccolo sotterraneo).	Id	1840	45	410.00	8.00	da 1300 a 1400
Mauvage	Id	1840	82	4800.00	7.80	da 1550 a 1700
Batignolles	Strada ferrata di St. Germain	1837	18	330.00	7.40	2380
Montretout	Id. di Versailles.	1838	13	168.00	7.40	2071
Saint Cloud.	Id. id.	1837	15	504.00	7.40	2180
R lleboise	Id. di Rouen	1841	24	2642.00	7.60	1105
Roule.	Id. id	1841	20	1720.00	7.60	1105
Lioran	Via nazionale n. 126.	1839	80	1386.00	6.50	1000
Chalifert.	*Canalizzazione* della Marna	1842	48	290.55	9.00	2185.93
Boratte	Strada ferrata belgico-renana	»	»	»	7.24	1700
Bois d' Aix.	Id	1840	»	696.75	8.88	da 950 a 1050
Kitsby	Strada ferrata da Londra a Birmingham	1834	48	2204.00	7.30	3410
Bleckingley.	Id. da Londra a Douvres	1840	24	1210.00	7.32	1992
Great - Western	Id. di Great Western	»	»	»	»	2709
Thames e Medway	Canale di Thames e Medway	1822	36	3620.00	8.10	800
Tunnel sotto il Tamigi		1825	»	396.00	11.60	23410 (3)

(1) Il sotterraneo non è stato completamente scavato che venti anni dopo.
(2) Costrutto quasi interamente a cielo scoperto.
(3) Le cifre di costo non riguardano che i primi 183 metri costrutti.

USO DEL FERRO NELLE COSTRUZIONI

(Continuazione, vedi pag. 31)



» *Armatura Batelier.* — Questo sistema, che è quasi impossibile far comprendere con una semplice descrizione, si compone, come può vedersi dalla fig. 1 tav. IV, di una serie di archi, *a*, di ferro, ciascuno munito della sua corda, e di più di una corda comune *bc* la quale sottende l' intera armatura. Questi archi sono sormontati da una piattabanda di ferro *de*, che si ripiega da ciascuno degli estremi alla guisa de' puntoni di un' incavallatura. »

Lo spazio fra il dorso degli archi e questa piattabanda è riempiuto da timpani (*panneaux*) in legno, *g*, ritenuti per mezzo delle staffe, *f*, e che trovansi così rinchiusi in una cornice di ferro.

» Tendendo il peso sostenuto da questa armatura a farla piegare, i timpani in legno resisteranno contrastando l' uno con l' altro, mentre che i tiranti di ferro si opporranno alla disgiunzione e le staffe manterranno ciascun pezzo al suo posto. »

Quest' armatura presenta molti inconvenienti; quando per la secchezza prodotta dal caldo il legno si restringe e diminuisce di volume, esso non riempie più esattamente la cornice di ferro; d' altra parte il ferro pel caldo si allunga e tende anch' esso a distaccarsi dal legno. La stessa causa producendo quindi effetti opposti ne' due elementi che costituiscono il sistema, questo deve necessariamente cedere e scomporsi.

» L' armatura Batelier è talmente bizzarra e complicata che essa si sottrae dapprima all' analisi, e sembra piuttosto un effetto del caso che un prodotto del calcolo. Si riconosce solo in sostanza che i due elementi che la compongono (il legno ed il ferro) si dividono distintamente l' ufficio di sostenere il peso. »

» Il ferro resiste in parte alla tensione in parte alla compressione, ed il legno alla compressione soltanto; vi è fra' due elementi una tale connessione che se una piccola parte di uno di essi venisse a mancare il sistema non potrebbe reggere. »

» Ma quando le parti che costituiscono un tutto hanno fra loro una connessione così assoluta, è necessario che ciascuno degli elementi che le compongono abbia le stesse condizioni di durata che l' altro. Se si riunisce una materia caduca come il legno ad una materia durabile come il ferro, l' esistenza del tutto sarà limitata a quella dell' elemento che ha minor durata; è quindi da aspettarsi che la minima infiltrazione continuata di acqua su qualche punto dell' armatura, o che la più leggiera fiamma in caso d' incendio, distrugga la continuità de' deboli sostegni di legname, e produca la ruina dello insieme. »

» L' autore propone in vero, accessoriamente, di sostituire a' timpani di legno delle foglie di metallo (probabilmente delle lamine di latta). Noi preferiremmo dei timpani di ferro fuso traforato; ma quale sarebbe la spesa per fonderli e porli in opera! Sarebbe più semplice e più ragionevole di fare un arco di ferro fuso di un sol pezzo con una corda di ferro; allora diverrebbero inutili tutte le combinazioni del sistema. »

Archi di pietra con tiranti centinati di ferro

» Abbiamo veduto taluna volta, e specialmente nella via di Provence all' angolo della via Chauchat, degli archi in pietra di 30 a 40 centimetri di freccia, muniti all' intradosso di tiranti centinati in ferro di $0^{m}.040$ a $0^{m}.050$ quadrati di sezione. Questi tiranti erano destinati a sostener la pietra. (V. fig. 2, tav. IV). »

» L' architetto, reso in seguito più accorto, ha rafforzato ciascuno de' suoi archi con due gruppi di colonne in ferro fuso. In ciò egli ha fatto molto bene; dappoichè que' tiranti centinati in ferro non potevano esser di aiuto all' arco che per quel peso soltanto che essi erano capaci di sostenere senza piegarsi. Ora noi dimandiamo qual peso potrebbe sostenere una spranga di ferro di 4 a 5 metri di lunghezza fra gli appoggi e di $0^{m}.040$ a $0^{m}.050$ di sezione, ancorchè essa fosse centinata con $0^{m}.30$ o $0^{m}.40$ di freccia? Essa piegherebbe evidentemente sotto un peso di 100 o 200 chilogrammi. Se ci venisse fatta la obbiezione che, nel caso speciale, le estremità de' tiranti essendo impostate su' pulvinari di pietra dell' arco, la loro resistenza è aumentata, noi risponderemmo che, la spinta che esse eserciterebbero su questi pulvinari aggiugnendosi a quella dell'arco stesso, la stabilità non vi guadagnerebbe per nulla. Bisogna dunque considerarli come liberi e tali da non poter arrecare allo insieme se non l' aiuto della resistenza per poche centinaia di chilogrammi, resistenza del tutto illusoria allorchè si tratta di un peso totale di più di 80 000 chilogrammi. Non si potrebbe neanche contare sul loro aiuto come catene, a cagione della loro curvatura ».

La figura 3. rappresenta un arco in pietra munito di un doppio tirante in ferro con talloni di ferro fuso, dei quali si scorgono i particolari nelle fig. 4 e 5. I tiranti sono muniti a ciascun estremo di un tallone, *a*, che s' innesta in un incastro praticato nel pezzo di ferro fuso A. La cavicchia, *b*, che passa per gli occhi che sono allo estremo de' tiranti e che attraversa il piedritto, impedisce la disgiunzione.

Conchiusione.

» Ma a che giova, infine, far sormontare delle armature in ferro da un' arco di fabbrica incapace di resistere di-

rettamente alla propria spinta? Che si dimanda in realtà? Non è forse di ottenere una piattabanda rigida, non estendibile e capace di sostenere uno sforzo verticale considerabile senza produrre spinta sugli appoggi? »

» Rendendo inestendibile il nostro arco di fabbrica noi avremo ottenuto lo scopo. Perchè dunque aggiugnere ad esso un arco di ferro molto costoso, e che può diventar più dannoso che utile? Ovvero, se adottiamo un arco di ferro, perchè aggiugnervi un arco di pietra? »

» Perchè siavi unità di azione fra le due parti che compongono una piattabanda o architrave formato da un armatura in ferro sormontata da un arco in pietra, è indispensabile che esse abbiano un modo di agire simultaneo e conforme. »

» Ma la pietra ed il ferro, ricevendo in modo diverso le impressioni atmosferiche, non sono nelle condizioni richieste per questo accordo. »

» Quando l'arco in ferro sarà rigonfiato per effetto della dilatazione, esso tenderà a sollevare l'arco di pietra, e sosterrà così tutto il peso, salvo a lasciarlo interamente all'arco di pietra quando esso sarà ristretto pel freddo. »

» L'arco in pietra che è capace di abbassamento a cagione della compressibilità del gesso o della malta delle sue commessure, e l'arco in ferro capace di allungamento o raccorciamento per effetto delle variazioni della temperatura atmosferica, non avranno mai un'azione simultanea che renda efficace la somma delle loro potenze. Invece di aiutarsi si suppliranno reciprocamente. E se l'arco in pietra non desse temporaneamente qualche sicurezza, nel caso di rottura dell'arco di ferro, noi troveremmo quasi egualmente buono un semplice filare di pietre che costerebbe molto meno. »

» Ci sembra dunque più semplice, più ragionevole e più economico di sopprimere l'arco in ferro e di applicare direttamente il suo tirante all'arco in pietra del quale esso terrà a freno la spinta (8). Si avrebbe un tirante su ciascuna faccia, e nella prima commessura una lamina di ferro fuso che riceverebbe i due tiranti e il primo cuneo (fig. 3). »

» Nell'architrave così costituito si avranno due potenze, l'una attiva (l'arco) e l'altra passiva (il tirante), talmente connesse che l'una neutralizzerà costantemente lo sforzo dell'altra, mentre nell'armatura completa in ferro riunita all'arco in pietra, noi abbiamo due potenze attive e rivali, sottoposte a diverse leggi che impediranno loro di concorrere ad uno scopo comune. »

Il sig. Boudsot avendo paragonata la resistenza alla tensione ed alla compressione del ferro battuto e del ferro fuso ed il costo rispettivo, propone di adoperare il ferro fuso in tutte le parti che debbono resistere alla compressione, e servirsi del ferro battuto nelle parti sottoposte alla tensione (9); secondo questo principio l'arco nelle armature dovrebbe farsi di ferro fuso, ed il tirante in ferro battuto; questo sistema è ragionevole, ma non può ammettersi la riduzione proporzionale che egli vorrebbe dedurne nelle dimensioni, e dalla quale seguirebbe che, essendo la resistenza del ferro fuso allo schiacciamento quasi doppia di quella del ferro battuto, si dovrebbe diminuire per metà la sezione dell'arco di ferro fuso, specialmente adoperando le ghise bianche, che essendo al tempo stesso più dure e più fragili, resistono però meglio allo schiacciamento che le ghise grigie e dolci.

» Essendo il ferro fuso più fragile del ferro battuto, e per conseguenza meno capace di resistere alla flessione, sarebbe a temersi che il minimo movimento trasversale non facesse rompere l'armatura. E la lunghezza dell'arco essendo immensamente maggiore della sua spessezza, il semplice effetto della compressione dell'arco, tendendo a farlo piegare potrebbe romperlo. È quindi importante che l'arco in ferro fuso abbia una sezione in forma di T e che abbia un volume doppio almeno di quello dell'arco in ferro battuto. »

» Ma è forse prudente di riporre nelle armature di ferro una fiducia illimitata, anche supponendo la combinazione perfetta delle diverse parti di esse, e l'uso di ferro di prima qualità e senza difetti nella loro struttura? Noi approviamo molto la loro sostituzione agli architravi di legno; ma diremo che bisogna usarne con prudenza, a cagione dell'allungamento progressivo del ferro sotto una carica costante e prolungata per molto

(8) Il sig. Daly ci ha fatto conoscere di poi che questo sistema è stato adoperato in Inghilterra, specialmente in una casa costrutta a Londra sotto la direzione del sig. Owen Jones.

(9) Ecco i dati da'quali parte il sig. Boudsot; la resistenza del ferro battuto alla compressione pe'pezzi di piccola altezza è di 1 000 chilogrammi per centimetro quadrato, la resistenza del ferro fuso nelle stesse circostanze è doppia, cioè di 2 000 chilogrammi; il ferro fuso per questa specie di lavoro costa a Parigi fr. 0.40 il chilogrammo; il prezzo del ferro lavorato è di fr. 0. 90; da ciò segue che, combinando i moduli di resistenza col prezzo di costo rispettivo, si trova che per resistere allo stesso sforzo, col ferro battuto o col ferro fuso, la spesa sarà nel rapporto di 9 a 2 (non tenendo però conto della differenza di densità che è molto debole), cioè che, se si rappresenta con 2 la spesa necessaria per resistere ad un dato sforzo di compressione con un sostegno in ferro fuso, la spesa necessaria, se vuolsi sostituire il ferro battuto in tutte le parti che debbono resistere allo sforzo di compressione, sarà di circa 9. A dir vero questo rapporto di 9 a 2 diminuirebbe un poco se alle considerazioni di resistenza e di spesa si aggiugnessero quelle derivanti dalla rigidezza, che nelle armature di ferro battuto avrebbero maggiore influenza che in quello in ferro fuso. Se si paragonano al contrario i coefficienti di resistenza alla tensione o allo stiramento longitudinale del ferro battuto e del ferro fuso, si scorge che il vantaggio è nel ferro battuto, perchè i valori de' coefficienti sono nel rapporto di 1 a 2.

tempo. Quante volte dunque non si abbia bisogno di una grande apertura senza sostegni intermedî, come per esempio nel dinanzi di una bottega, si farà molto bene dividendo l'architrave in due o tre parti per mezzo di altrettanti archi poggianti su di uno o due gruppi di colonne di ferro fuso (vedi tav. III), specialmente se il muro che soprastà all' architrave è interrotto da vani di finestre ; noi diciamo *specialmente*, dappoichè l'esperienza dimostra che un muro pieno , sebbene più pesante in realtà , stanca meno l' armatura che lo sostiene che non un muro tagliato da vani. Vi sono due ragioni per ciò : la prima perchè la carica di un muro pieno si distribuisce egualmente su tutta la lunghezza dell' armatura , e la seconda, che questo muro , a cagione della combinazione de' suoi elementi che si sostengono naturalmente gli uni con gli altri , non può gravitare con tutto il suo peso sull' armatura. »

Se le spalle dell' arco sono buone, l'effetto di questa disposizione farà che un' armatura la quale sostiene un muro di 20 metri o più, non sia perciò più caricata di quella che sostiene soli 5 o 6 metri. Questa proprietà potrebbe esser difficilmente messa a calcolo, dappoichè essa risulta dalla disposizione de' materiali, e può quindi variare all'infinito. Vi sono molti esempî di archi che pel loro abbassamento hanno lasciato il muro che essi reggevano, il quale si è sostenuto pel contrasto naturale de'materiali (10); vi sono ancora degli esempi di muri che scalzati al piede ed avendo perduta una parte della fondazione si sono ciò nondimeno sostenuti, e fra questi un muro di chiusura che reggevasi formando un' arco naturale di forma ovale di 7 ad 8 metri di apertura. Spesso si aprono de' larghi vani ne' muri senza altra precauzione se non quella di tagliare la parte superiore di essi a scaglioni di sufficiente altezza perchè i materiali isolati non si distacchino.

» Allorchè la fondazione di un muro cede in qualche parte lontana dalle estremità , veggonsi le fenditure formate da' due lati del cedimento , descrivere due curve più o meno regolari, e che tendono a riunirsi in un punto. Se il muro fosse pieno ed omogeneo la breccia avrebbe una certa regolarità, ma se esso fosse tagliato da vani , il cedimento parziale potrebbe portare talvolta gravi conseguenze (11). »

» Noi approviamo ancora i tiranti di ferro molto forti sotto le piattabande in pietra, specialmente nelle ricostruzioni dal basso. (V. fig. 6 e 7, tav. IV). »

» Noi abbiam visto, nella via di Provence, porre sotto alle piattabande de' tiranti di 0.m 08 quadrati con un' apertura di 5 metri. »

» Ogni vano è diviso in tre travate , con due gruppi di colonne di ferro fuso. Questi tiranti sostengono la piattabanda de' vani delle botteghe aperte in un muro nel quale non sono finestre. »

» Il sig. Rougevin architetto degli Invalidi ha fatta porre de' tiranti di ferro di questo genere , in una vecchia casa della via Duphot; questa disposizione è rappresentata nella fig. 6 ed i particolari di essa dalle fig. 8, 9 e 10. »

» Noi crediamo che la forza di questi tiranti di ferro sia sufficientissima a sostenere una facciata di quattro piani ed un tetto , con aperture da $1^m.50$ ad $1^m.80$. La loro forza equivale a quella di due pezzi di quercia di sezione quadrata di $0^m.25$ di lato. Secondo Rondelet (*Art de bâtir*), due pezzi di legno di questa grossezza e della lunghezza di $1^m.80$ caricati su tutta la lunghezza , potrebbero sostenere un peso di 180 000 chilogrammi. Ora una porzione di muro di faccia di 5 piani e di $1^m.80$ di lunghezza , supposto isolato, peserebbe meno di 30 000 chilogrammi. »

Nella disposizione segnata nella fig. 7. la parte di mezzo della piattabanda è di un sol pezzo , le altre due sono formate da cunei ; il suo tirante è simile pe' particolari a quello della fig. 6. La fig. 8 rappresenta la sezione trasversale della piattabanda di pietra e de' tiranti di ferro delle fig. 6 e 7; A, piattabanda ; *b*, tiranti in ferro ; *c*, cappello di ferro che sormonta le colonne ; *d* , zeppa in pietra o in mattoni o meglio in ferro fuso. La fig. 9 rappresenta gli appoggi de' tiranti sulle spalle di pietra ; *b* , tiranti ; *d*, zeppe di ferro. La figura 10 rappresenta l' appoggio de' tiranti medesimi sulle colonne di ferro fuso vedute di prospetto ; *b*, tiranti ; *c*, cappello.

» È preferibile, anche ne' lavori nuovi, di non tagliare la pietra per incastrarvi il ferro, dappoichè l' ossidazione può a lungo andare far rompere i cunei ; inoltre si è più sicuri allorchè il ferro non è incastrato, che ciascun pezzo si appoggerà esattamente sul dorso del tirante , ma bisogna aver cura di far sormontare le colonne da un largo cappello di ferro. È d' uopo che le zeppe sieno di materia dura, come mattoni di Borgogna molto cotti, o della pietra detta *cliquart*, affinchè il primo cuneo o il filare che soprastà a' punti di appoggio riposi sulla maggior superficie possibile. »

» Una coppia di tiranti di $0^m.08$ e di $5^m.60$ di lunghezza , compreso un appoggio di $0^m.30$ da ciascun lato, pesa 280 chilogrammi, e costa, a franchi 0.60 il chilogrammo, franchi 168. Una doppia armatura ad arco della stessa apertura peserebbe 400 chilogrammi, e costerebbe, a franchi 0.90 il chilogrammo , franchi 396.

» Un architrave di quercia di $0^m.50$ di lato , e della stessa lunghezza ($5^m.$) più $0^m.35$ per lo incastro da cia-

---

(10) Esempî di questo genere veggonsi nelle tavole 16, 42 e 175 dell' *Art de bâtir* di Rondelet , ottava edizione.

(11) È in seguito di questa osservazione che si puntellano i vani di un muro che si vuol ricostruire dal basso.

scun lato, forma un cubo di $1^m.43$, e costa, comprese cavicchie e zeppe, franchi 184, o poco più che i tiranti di ferro. »

» È necessario di aggiugnere al costo de' tiranti di ferro il cubo della pietra di taglio, che deve rimpiazzare il volume dell' architrave di legno, e che è di $1^m.43$. Ma trattandosi di una piattabanda composta di cunei, la formazione de' quali richiede una perdita di pietra, bisogna calcolare circa 2^m. cubici di roccia, i quali a 100 franchi il metro danno 200 franchi; più il taglio delle teste, cioè 50 franchi, ovvero in totale 250 franchi per ciascun' apertura di bottega di 5^m., ciocchè darebbe 500 franchi per una casa di due botteghe, e con una lunghezza di facciata di 14^m. a 15^m. Il valore di un edifizio di questa estensione di 5 piani sarebbe a Parigi di 125 000 a 150 000 franchi. »

» Ma non si tratta di sapere se costi di più il legno o il ferro. La differenza come si vede non è che di un trecentesimo della spesa totale, e non può quindi far esitare nella scelta. L'importante è di ottenere degli architravi che riuniscano una forza sufficiente, ed una durata illimitata. Tal' è lo scopo principale che debbono proporsi i costruttori e coloro che fanno eseguire delle costruzioni. »

(Sarà continuato)

ISTRUZIONE TEORICA E PRATICA

1°. Sulle diverse cause dell' umidità e de' suoi inconvenienti per riguardo alle costruzioni in generale ed alle abitazioni;

2°. Su' mezzi diversi di prevenire questi inconvenienti nell' esecuzione delle costruzioni, di farli cessare e di preservarne le costruzioni esistenti.

Pel Sig. Leone Vaudoyer Architetto

(Continuazione e fine, vedi pag. 13).

Mezzi di prevenire gl'inconvenienti dell'umidità nella esecuzione delle costruzioni.

È sopra tutto al cominciamento d' una costruzione che fa d'uopo prevenire gl' inconvenienti dell' umidità, dappoichè i mezzi da adoperarsi non sarebbero più applicabili dopo terminati i lavori.

Variando questi mezzi secondo i diversi materiali coi quali si costruisce, noi indicheremo man mano quelli che sono applicabili alle costruzioni in pietre di taglio, in fabbrica ordinaria, in mattoni ed in legno, ed esamineremo le disposizioni particolari da adottarsi quando si vorrà fare o non fare delle cantine, o si vorrà trarre profitto da un piano sotterraneo.

Deve portarsi dapprima tutta l'attenzione sul modo di stabilire le fondazioni, ed a tal oggetto noi consiglieremo l' uso di uno smalto composto di buona calcina di travertino pestato, di pozzolana, e di silice (10). L' altezza di questo strato di smalto sarà necessariamente proporzionata al peso, che dovrà sostenere; determinata una volta quest' altezza si avrà cura d' agguagliare questo masso a livello del suolo con un intonaco di cemento idraulico; allorchè questo intonaco sarà consolidato si comincerà a porre in opera le pietre, per le commessure delle quali si userà pure il cemento idraulico. Quando si sarà giunti così un poco al disopra del livello del suolo interno del pianterreno, si applicherà sulla superficie superiore A (fig. 11 tav. IV) dell'ultimo filare, e per tutta l'estersione del muro, una lamina di piombo sottilissima, (11); ovvero, dopo aver prima fatto asciugare questo filare, si stenderà sulla sua superficie orizzontale un intonaco bituminoso, sottile per quanto più è possibile perchè sia però sufficiente per penetrare nella pietra, e chiuderne tutti i pori (12). Terminata questa operazione si continuerà a disporre i filari avendo però cura di scegliere pietre calcari di buona qualità, perchè quantunque tutte le pietre sieno più o meno igrometriche, bisognerà sempre adoperar quelle che lo sono meno, o per meglio dire, per questa parte inferiore delle costruzioni esposta alle influenze atmosferiche, quelle che sono meno capaci di scomporsi, specialmente se non sono guarentite da alcun apparecchio particolare. È da osservarsi, che la riuscita delle pietre dipende, per alcune fra esse, dalle condizioni nelle quali si trovano adoperate; così per esempio, una specie di pietra che si conserva perfettamente allorchè è posta ad una data altezza al di sopra del suolo sarà al contrario molto sollecitamente distrutta quando vi è prossima (13). La pietra dell' Ile-Adam detta de l'Abbaye-du-Val, quella di Saint-Leu ec. sono in questo caso. La pietra di Chérence, la qual' è durissima e può esser sottomessa a grandi pressioni non si scompone mai; ma essa è estremamente porosa e l' acqua vi passa come per uno filtro. Le stesse osservazioni sono applicabili a' cementi, fra' quali alcuni sono eccellenti quando sono mantenuti nell' umido, mentre che esposti all' aria od al calore sarebbero molto cattivi.

Col frapporre una lamina di piombo o una sostanza bituminosa, metodo già usato con successo, si ha per oggetto di arrestare l' umidità, che la parte inferiore del muro potrebbe ricevere dal suolo; in verità lo strato di smalto, che abbiam raccomandato di porre come base del

muro lascerà difficilmente penetrar l' umidità che potrebbe introdursi per questa via ; ma importa pure di prevenire il progresso dell' umidità alla quale il muro è esposto per le due sue facce. Le stesse precauzioni debbono prendersi pe' muri , o per gli assiti di tramezzo , specialmente se non vi sono cantine sottoposte. In quanto a'muri di faccia essi ne richieggono anche altre per esser guarentiti dagli attacchi dell' umidità atmosferica , per la quale essi soffrono sempre più o meno secondo la loro esposizione. La lamina di piombo la qual' è efficace per combattere ed arrestare l' umidità proveniente dal suolo , non può neutralizzare gli effetti dell' umidità dell' atmosfera : in fatti se si pone questa lamina a livello del suolo esterno, tutta la parte inferiore del muro al disopra di questo livello resterà esposta all' umidità, e quest' umidità perverrà fino nell' interno. Al contrario se si pone la lamina di piombo al disopra del suolo esterno, e si eleva di altrettanto il livello del suolo interno, la parte inferiore del muro resterà esposta al doppio inconveniente dell' umido proveniente dal suolo e di quello dell'atmosfera , e perciò a tutte le vicende di distruzione che abbiamo indicate. Resta dunque a fissare un punto essenziale , cioè il modo di preservare la base de' muri di faccia dagli effetti dell' umidità dell' atmosfera, qualunque sia il livello nel quale siasi stabilito l' ostacolo destinato ad arrestare l' umidità del suolo.

Si può indicare come un eccellente preservativo contro l' umidità atmosferica un rivestimento di lastre di pietra applicate nel basso de' muri di faccia ; queste lastre, di pietra calcare di buona qualità, avranno almeno un metro di altezza, ed anche più s' è possibile ; esse debbono esser disposte pietra a pietra ; ed è indispensabile di lasciare un piccolo intervallo per la circolazione dell' aria tra le lastre di rivestimento e la faccia del muro , nel quale saranno fermate con grappe. Per abbondare in precauzioni la faccia interna delle lastre potrebbe esser imbevuta d' un intonaco bituminoso , e la loro parte superiore coperta da un filare di pietre , tagliate con tale profilo che l' acqua non potesse restarvi sopra. È ben evidente che con queste precauzioni nè la pioggia che va a percuotere le mura , nè quella che vi rimbalza dal suolo , nè l' acqua che discende dalla parte superiore potrà penetrare nel muro propriamente detto , e che se le lastre di rivestimento si trovano momentaneamente umide , esse si asciugheranno presto , e non comunicheranno la loro umidità passeggiera al corpo del muro , dal quale sono isolate (14). Si otterrà inoltre con questo sistema il vantaggio di evitare nella parte inferiore degli edifizî le commessure orizzontali, quelle nelle quali si adopera il cemento , e che sono più esposte a deteriorarsi. (15) (Vedi fig. 11, tav. IV).

Quando alle precauzioni che abbiamo consigliate di sopra si sarà aggiunta o una fascia di lastricato ben fatto su cemento , o , ciocchè è da preferirsi , un intonaco d' asfalto di $1^{m}.50$ di larghezza , con una pendenza sufficiente , per tutta la lunghezza del piede dell' edifizio, si saranno esauriti i mezzi più semplici , ed indispensabili, per prevenire gl' inconvenienti dell' umidità , che può introdursi dalle mura nello interno delle costruzioni. Ma il sistema di rivestimento , ch' è d' una esecuzione facile quando i muri di faccia sono in linea retta, e senza parti molto sporgenti , troverà grandi difficoltà per le facciate di edifizî, lo stile di architettura de' quali presenti molte parti rientranti e sporgenti, come si osserva nello interno del cortile del Louvre. In tal caso , questo sistema dovrà esser modificato , e qualche volta anche abbandonato ; bisognerà allora elevare sensibilmente il livello del suolo interno al di sopra del suolo esterno , e per supplire a' buoni effetti del rivestimento gioverà scegliere eccellenti materiali ; sarà necessario di porre maggior cura nella costruzione , e dare a' muri una maggiore spessezza (16). Un mezzo col quale si può ottenere un eccellente risultato consiste nel piantar bene la costruzione, cioè elevare i muri di faccia sopra una specie di basamento, che per la sua altezza e composizione possa contribuire ad allontanare dal piede del muro l' umidità. Per rendere più chiara la nostra idea noi citeremo come esempî la facciata della Zecca sulla banchina, le facce laterali dell' edifizio del Quai d' Orsay e la facciata della parte principale dell' edifizio della Scuola di Belle Arti ; la maggior parte de' palazzi in Italia sono costrutti su basamenti di tal genere. Sarebbe a desiderarsi che questa specie di basamento fosse vuoto nello interno , per potervisi stabilire una circolazione d' aria ; in tutt' i casi le pietre che debbono coprirlo debbono essere scelte con cura ed avere una pendenza sufficiente per facilitare lo scolo delle acque (17). (Vedi fig. 12).

Queste precauzioni , che richieggono grandi spese, non sono applicabili che a delle costruzioni monumentali, per la conservazione e la durata delle quali nulla deve trascurarsi. Inoltre, ne' casi che abbiam supposti, bisognerà non solo ritenere l' uso della lamina di piombo, ma forse anche situarne a due altezze differenti A e B ; di più converrà adottare per lo interno de' muri del pianterreno un sistema di rivestimento isolato , sia in marmo , sia in pietra , sia in legno , secondo l' uso al quale si destina questa parte dell' edifizio , ma sempre nello scopo di evitare l' umidità che potrebbe attraversare la parte inferiore del muro , la quale non si trova completamente guarentita all' esterno (18). Dietro di questo rivestimento, converrà pure coprir di bitume le facce del muro (19). (Vedi fig. 12).

Tali sono, nello insieme, i mezzi che potrebbero esser impiegati con qualche successo per prevenire l' umidità che penetra ne' muri di faccia e ne' muri di tramezzo , nelle costruzioni in pietre di taglio.

Esaminando i mezzi applicabili alle costruzioni in fabbrica ordinaria, saremo indotti a riconoscere, ch' essi sono gli stessi di quelli indicati pe' casi generali delle costruzioni in pietre di taglio. Noi faremo osservare nondimeno, che la mancanza di continuità che risulterebbe dal frapporre la lamina di piombo, avuto riguardo alla minore spessezza data a' muri, esigerebbe delle combinazioni che noi lasciamo al giudizio de' costruttori, se pure essi non preferiscano di ricorrere all' uso del bitume, che può esser applicato in più modi, sia con lo interporre nella costruzione, all' altezza nella quale vuolsi arrestare l' umidità, uno o due filari di mattoni coperti prima di bitume, sia spandendo il bitume sopra luogo, sia facendo uso di pietre fattizie composte di piccoli pezzi di travertino uniti con bitume, e capaci di aderire sufficientemente col cemento.

Se i muri di faccia, o almeno le parti inferiori di essi, si costruiscono in travertino, si potrà fare a meno del rivestimento di lastre; perchè la faccia di un muro di travertino con buon cemento idraulico bene stuccato esteriormente, nulla, per così dire, avrà a temere dall' umidità. Quando non si può disporre che di materiali cattivi per la parte inferiore de' muri, e che non se ne trovino adatti a fare il rivestimento di cui abbiam parlato, bisognerà coprire questa parte con intonaco di buon cemento ben levigato; è inutile aggiugnere che si deve proscrivere totalmente l' uso del gesso nelle costruzioni prossime al suolo.

Ne' luoghi dove generalmente si adoperano i mattoni per le costruzioni, bisogna sceglierli di buona qualità pe' muri di faccia, e specialmente per le parti in vicinanza del suolo. In questo caso il miglior mezzo per guarentir le facce esterne dall' umidità e d' impedire che questa penetri ne' muri, consisterebbe nello impiegare de' mattoni coperti nella faccia esterna di bitume, o, anche meglio, de' mattoni smaltati (20). S' intende bene che le commessure debbono esser sempre fatte con buon cemento. Crediamo che in costruzioni di tal genere un filare di mattoni coperti di bitume può con vantaggio supplire la lamina di piombo, secondo la differenza che potrebbe risultarne per la spesa, avuto riguardo a' paesi ne' quali si costruisce. È certo che si otterrebbero buoni effetti dal bitume impiegato nelle costruzioni in mattoni, in vece del cemento, come si praticava presso gli antichi. Si sa infatti che le costruzioni di Babilonia erano composte di mattoni uniti tra loro con bitume misto a canne triturate, e non sappiamo perchè non si cerchi di applicare nuovamente questo antico modo di costruzione. Soltanto bisognerebbe, in questo caso, che la quantità di bitume disteso tra ciascun filare di mattoni avesse la minima spessezza possibile, e conservasse *una certa elasticità*; perchè se il bitume è fragile e secco non resisterà alla pressione, e potrà produrre de' cedimenti nella costruzione. L' introduzione delle canne, o della paglia triturata ci sembra dover rimediare a questo inconveniente.

A Parigi, dove spesso si costruisce in legno senza usare precauzioni contro l' umidità, si è contenti di porre gli assi di legno sopra uno o due filari di pietre, od anche su di un basamento di fabbrica, o di mattoni; la parte inferiore del tavolato esterno è composta di travi orizzontali (chiamate in francese *sablières basses*) che in tutta l' estensione loro si trovano così in contatto con questo basamento di fabbrica o di pietre di taglio, il quale spesso non è che per $0^m.50$ al di sopra del suolo; queste travi destinate a ricevere il piede di tutti gli altri pezzi del tavolato sono perciò esposte ad una umidità costante e marciscono molto prontamente. Bisogna dunque quando si costruisce in legno raddoppiare le precauzioni; in questo caso la lamina di piombo sarà indispensabile e converrà di frapporla tra lo strato sul quale deve poggiare il tavolato e la trave orizzontale (*sablière*) di questo tavolato.

Secondo la natura de' materiali impiegati per la costruzione inferiore, si potrà sostituire alla lamina di piombo una preparazione idrofuga applicata con cura sulla fabbrica che serve di base al tavolato. Converrà di fare questo basamento il più che è possibile alto, e pe' tavolati di prospetto noi richiamiamo le osservazioni fatte in riguardo de' muri (21).

L' umidità per guarentirsi dalla quale noi abbiamo indicato diversi mezzi è quella soltanto che penetra per la via de' muri così interni che esterni; ci resta ad occuparci di quella che s' introduce direttamente dal suolo nei due casi che vi sieno oppur no cantine sottoposte.

Vi sarà sempre vantaggio, per render salubri gli edifizi abitati, ad elevarli al di sopra di cantine, e si comprende che questo sistema di costruzione dovrà far diminuire sensibilmente le cagioni dell'umidità, e rendere più facili i mezzi di combatterla. In un edifizio elevato su cantine, i muri di faccia non saranno in contatto col suolo che per la loro base e per una delle facce, ed i muri di tramezzo soltanto per la loro base; di più il pavimento dei piani terreni sarà così sopra volte, in vece di essere direttamente stabilito sul terreno. Intanto i vantaggi che offre un pianterreno elevato sopra cantine non sono tali quali si potrebbe credere, e per quanto ventilate siano le cantine, le loro volte contengono ancora una certa umidità, che si manifesta sul pavimento di pietra, di mattoni, o di legno, e dalla quale è necessario guarentirsi.

Nel pavimento d' un pianterreno senza cantine l' umidità si manifesta costantemente alla superficie, se non vi si apporta un rimedio efficace. Quando questo pavimento è coperto di tavole l' azione dell' umidità non è diretta, giacchè i pezzi del solaio, o le tavole, poggiano su piane che li rendono isolati e costituiscono uno spazio vuoto tra il pavimento ed il suolo; ma le piane es-

sendo in contatto col suolo, sono esposte all' azione permanente dell' umidità, ed essendo ben presto penetrate da essa, in breve tempo marciscono. È necessario dunque in questo caso di sostituire al suolo naturale un suolo fattizio ed impermeabile, che permetta di guarentire il solaio da questa umidità inferiore ed ascendente. Il mezzo che converrebbe adottare sarebbe di coprire il suolo di uno smalto idraulico della spessezza di $0^m.15$ almeno, sul quale si stenderebbe uno strato di asfalto di $0^m.065$; su questo novello suolo composto si potrebbe con tutta sicurezza stabilire le piane ed il tavolato (22).

Ciocchè abbiam detto in riguardo a' solai da stabilirsi ne' piani terreni senza cantine sottoposte, si applica ai pavimenti lastricati in marmo, in pietra ed in terra cotta, ed i mezzi da impiegarsi per guarentirli dall' umidità saranno gli stessi indicati di sopra; soltanto invece di applicare l' intonaco idrofugo sullo smalto, bisognerebbe forse coprirne le lastre stesse del pavimento, come viene consigliato da' signori *Thénard*, e *d' Arcet*. In quanto allo smalto idraulico, che per economia potrebbe esser soppresso al di sotto de' pavimenti di legno, esso è indispensabile al disotto de' rivestimenti di pietra o di marmo, ad oggetto di evitare i cedimenti e di ottenere un livello perfetto (23).

L' esperienza ha fatto conoscere che anche il suolo di un pianterreno posto sopra cantine non è perfettamente esente dall' umidità, ed ecco le osservazioni che abbiamo fatte su tal soggetto; per porre a livello il suolo dei piani terreni si ha l' uso di colmare il vuoto che resta al di sopra dell' estradosso delle volte delle cantine con calcinacci, schegge di pietra ec., senza cemento, e di porre il lastricato immediatamente al disopra di questo riempimento; si è osservato che ne' vestiboli, nelle scale ed in generale ne' luoghi che non sono ben chiusi e ne' quali può penetrare l' umidità dell' aria esterna, i lastricati così posti, non pervengono mai ad uno stato di secchezza perfetta, e conservano delle macchie di umido. Ciò può spiegarsi nel modo seguente; l' umidità che si sviluppa sulle lastre di pietra, specialmente quando una temperatura dolce succede ad un freddo eccessivo, penetra nello interno delle lastre, le attraversa, e s' introduce al disotto senza che l' azione dell' aria possa mai giugnere sino ad essa.

Questa umidità così concentrata tra il lastricato e le volte delle cantine, le quali sono umide anch' esse, non può che accrescersi; di modo che, anche quando la superficie esteriore del lastricato è resa asciutta dall' atmosfera, l'umidità vi perviene di nuovo dalla parte inferiore, con la quale esso è in contatto. Se questi inconvenienti sono minori ne' luoghi ben chiusi ed a cagione del calore che vi si mantiene nello inverno, essi non pertanto si manifestano qualche volta, specialmente ne' luoghi che restano disabitati, e siccome questi inconvenienti son dovuti all' umidità che esiste nelle volte e nei muri delle cantine, noi consigliamo di porre sopra smalto idraulico i pavimenti de' piani terreni, anche quando vi sono cantine al disotto. Ne' luoghi più esposti all' umidità della atmosfera si potrà adoperare un intonaco idrofugo indipendentemente dallo smalto. È tanto riconosciuto che l' umidità s' introduce per le volte delle cantine, che noi raccomandiamo di usare, anche per le semplici intelaiate de' piani terreni, le stesse precauzioni che pe' muri che hanno le fondazioni nel suolo, cioè d' interporre sotto il piede di queste intelaiate o una lamina di piombo, o una preparazione idrofuga (24).

Un altro mezzo di stabilire i lastricati o i tavolati de' piani terreni consiste nello elevare, sul suolo o sulle volte delle cantine, de' piccoli muri paralleli ed egualmente distanti fra loro di fabbrica ordinaria, di travertino, o di mattoni. Si adatterà su questi muri il solaio, o le piane destinate a sostenere il tavolato, od anche il lastricato se la distanza de' muri è stata calcolata per quest' oggetto. Si potrà pure, per maggior economia, servirsi di punti di appoggio isolati. In tutt' i casi la faccia superiore della fabbrica di questi muri, o delle piccole pile, sarà coperta di una preparazione idrofuga. Per mezzo di questo sistema di costruzione, il piano del suolo interno dovendo essere stabilito ad un livello più alto di quello del suolo esterno, si farà circolare l' aria al di sotto del solaio, col mezzo di aperture praticate nel basso de' muri; quest' aria servirà ad agevolare la corrente dei cammini posti nello interno delle abitazioni, e proccurerà una frescura piacevole nell'està (25 e 26). (Vedi fig. 13).

Quando il pianterreno è molto elevato al disopra del suolo si può trar profitto dal piano sotterraneo, che per la sua disposizione non è più una vera cantina; allora le precauzioni da prendersi per evitare gli effetti dell' umidità saranno diverse da quelle che abbiamo indicate Così, facendo avvertire la necessità di arrestare l' umidità proveniente dal suolo, noi abbiamo stabilito l'ostacolo dove questa umidità diveniva realmente nociva, ed abbiamo detto che si potrebbe lasciarla penetrare nei muri al disotto del livello del suolo esterno, dove non presenta gli stessi inconvenienti; ma se si vuole rendere abitabile un piano sotterraneo, converrà, dopo aver stabilito le fondazioni di smalto, di opporre all' umidità, che penetrerà ne' muri dalla base, o del piombo, o un intonaco idrofugo che s' interporrà a livello del suolo di questo piano. (Vedi fig. 14). Dopo aver adottato nello stabilire questo suolo l' una o l' altra delle precauzioni indicate, ed a preferenza quella che produce un isolamento, bisognerà prender cura di guarentirsi dall' umidità che penetrerà attraverso i muri che hanno una delle facce in contatto col suolo. A tale oggetto noi consigliamo, per le costruzioni monumentali ed in pietra di taglio, di costruire da questo lato un *contromuro* di travertino, ca-

pace di ricevere un intonaco idraulico impermeabile, come quello delle fosse (27).

Un mezzo più economico, e senza dubbio egualmente sicuro consisterebbe nel coprire la faccia esterna del muro con un intonaco idrofugo, o con uno strato di bitume. Se il muro è di fabbrica ordinaria, di mattoni, o di travertino il contromuro diverrà inutile, potendo l'intonaco adattarsi direttamente su questi materiali. Si potrà del pari, facendo un contromuro di poca spessezza (28) in mattoni, isolare questo contromuro dalla superficie del muro che si vorrà guarentire (29). Infine se il piano in quistione richiede lo stato di perfetta asciuttezza, si avrà cura di stabilirvi un buon sistema di ventilazione, e di applicare sulle facce interne de' muri di questo piano, o delle preparazioni idrofughe, o uno zoccolo di legno.

Havvi infine un' ultima disposizione che abbiamo accennata, ed a riguardo della quale è necessario di prendere precauzioni particolari contro l' umidità: quella cioè di un edifizio elevato a mezza costa, ed addossato in parte al terrapieno di questa costa, di modo che da un lato all' altro si abbia la differenza di un piano. In questo caso bisognerà costruire dapprima un muro di sostegno di buon materiale, destinato a tenere a freno le terre e le acque della parte superiore. Tra questo muro, che dovrà avere una spessezza ed una scarpa conveniente e che avrà delle feritoie di distanza in distanza, ed il muro dell' abitazione si lascerà uno spazio a volta di 1 a 2 metri formante un corridoio, il suolo del quale a piede del muro di sostegno abbia una pendenza regolata per lo scolo delle acque. In tal modo, potendo l' aria circolare liberamente tra la faccia dell'abitazione ed il terrapieno, non si avrà a temere pel muro dell' abitazione che la sola umidità alla quale è esposto un edificio posto nelle condizioni ordinarie. Con una disposizione analoga si cerca di guarentire le aranciere e le stufe dagli effetti dell' umido e del freddo. (Vedi fig. 15).

I muri che servono a sostenere delle terre destinate a giardini si trovano nello stesso caso, e se non si adottano precauzioni particolari, le loro facce saranno prontamente deteriorate dall' umidità costante che la terra comunica ad essi; il meglio sarebbe dunque di costruirli in travertino con buon cemento, o pure, se ciò non fosse possibile, converrebbe di elevare un contromuro di travertino con intonaco, che non solamente preserverebbe il muro esterno dagli effetti dell' umidità, ma permetterebbe nello stesso tempo di combinare un sistema di scolo per le acque che s' infiltrano nelle terre (30 e 31).

Sebbene i principî stabiliti in riguardo a' mezzi da impiegarsi contro gli effetti dell' umidità sieno applicabili ad ogni sorta di costruzione in generale, crediamo dovere, per soddisfare al programma proposto, dire qualche parola intorno alle costruzioni rurali ed industriali.

Le costruzioni rurali si compongono di edifizî di abitazione e di economia campestre. Si comprende bene, che i primi si trovano nelle stesse condizioni che tutti gli altri, e che i lavori da eseguirsi per guarentirli dall' umidità saranno analoghi a quelli de' quali abbiamo già parlato.

In quanto alle costruzioni di economia come edifizî pel bucato, cascine ec. che per l' uso abbondante dell' acqua non possono considerarsi tali da ricever nocumento dall' umidità, sarà facile col mezzo di lastricati o d' intonachi ben fatti, proccurando scolo conveniente alle acque, di evitare le infiltrazioni nel suolo, nel piede e nelle facce dei muri (32). Gli altri edifizî di economia rurale come scuderie, stalle per vacche, ovili ec., sono esposti agli inconvenienti risultanti da' vapori che esalano dal corpo degli animali, e che vanno a condensarsi sulla superficie de' muri e del soffitto; questi vapori sono molto perniciosi per la conservazione del legname, che finisce col marcirsi; i mezzi da adoperarsi per combatterne l' influenza consistono in un buon metodo di ventilazione, stabilito in maniera da non nuocere al sistema igienico degli animali. Inoltre conviene meglio lasciare i travicelli del soffitto scoperti che non coprirli di gesso; se non s' incontra ostacolo per la spesa, si può sostituire de' solai di ferro ed argilla cotta a quelli di legno.

Le abitazioni de' coltivatori meritano particolare attenzione; giacchè se la più stretta economia deve osservarsi nella loro costruzione, la salubrità è una condizione non meno essenziale per esse; ora per guarentirle dall' umidità noi consiglieremo i mezzi già indicati, cioè: un ostacolo frapposto nella spessezza de' muri, per l' umidità del suolo; un intonaco idrofugo o un rivestimento isolato per le pareti esposte alla pioggia, salvo la scelta ed il valore delle sostanze da adoperarsi, secondo i paesi nei quali si dovrà costruire; ma essendo questi mezzi costosi e di difficile esecuzione, noi crediamo che possa raggiugnersi lo scopo desiderato tanto colla disposizione delle costruzioni che colla forma da darsi ad esse. Così noi consiglieremo a' coltivatori di non abitare i piani bassi, di porre a coperto le facciate delle loro abitazioni con tetti molto sporgenti, di lastricarne il contorno e di disporre delle pendenze per le acque, di scegliere infine una esposizione favorevole ed occupare a preferenza le stanze esposte ad oriente ec. Non sapremmo meglio sviluppare la nostra idea che prendendo ad esempio le capanne della Svizzera, nelle quali le condizioni enumerate si trovano benissimo adempiute, e che per la loro costruzione ingegnosa e pittoresca meritano di esser prese a modello per le abitazioni rurali.

Tra le costruzioni industriali, quelle che sono esposte alla sola umidità del suolo e dell' atmosfera trovansi nelle condizioni ordinarie, e gli espedienti da noi indicati sono ad esse applicabili. In quanto agli stabilimenti che, per l' uso al quale sono destinati, sono esposti ad una umidità proveniente da altre cagioni, noi crediamo che sia

molto più facile guarentirli da essa. Così le cartiere, i lavatoi di lana, le tintorie, le raffinerie ec., nelle quali l'acqua deve circolare e trattenersi, saranno facilmente guarentite dalla umidità accidentale alla quale il bisogno dell'acqua potrebbe dare origine; i mezzi da adoperarsi saranno regolati dal modo secondo il quale le costruzioni sono disposte pel facile e sollecito scolo dell'acqua, e secondo il sistema di lastricamento da adottarsi per evitare che l'acqua sfugga o s'infiltri. L'acqua che s'introduce volontariamente negli edifizî non è mai a temersi, giacchè è facile dominarla; mentre che l'umidità propria del suolo e quella dell'atmosfera hanno un'azione costante che non deve trascurarsi, e contro la quale debbonsi riunire tutti gli sforzi.

Negli stabilimenti ne' quali l'uso del vapore esporrebbe le costruzioni ad inconvenienti di altro genere si giugnerà ad evitarli con una bene intesa ventilazione (33).

Termineremo le nostre osservazioni su' diversi modi nei quali le costruzioni possono trovarsi esposte all'umidità, parlando di quella che si manifesta dalla parte superiore negli edifizî coperti a terrazzo. Nel nostro clima, la costruzione de' terrazzi esige la maggior cura, e come essi sono stabiliti generalmente su solai di legno, è importante che il loro rivestimento non possa fendersi collo abbassamento o colla flessione de' travicelli che li sostengono. Il piombo è senza contrasto quanto v'ha di meglio per ovviare a questo inconveniente; ma dovendo avere una certa spessezza, esso dà luogo a forte spesa. Lo zinco è applicabile soltanto a' terrazzi su' quali non si cammina (34). Si è cercato di supplire al piombo con intonachi impermeabili; l'asfalto è stato adoperato con successo; è necessario soltanto che questi intonachi non soffrano pel freddo un ristrignimento troppo sensibile e capace di cagionarvi delle fenditure, e che al tempo stesso non sieno esposti ad essere ammollati pel caldo sino a ritenere le impronte de' piedi (35). Prima di applicare l'intonaco bituminoso gioverà stabilire un'area in mattoni, come si è fatto con successo ne' marciapiedi del ponte des Saints-Pères, e si disporrà, se è possibile, un sistema d'isolamento che permetta la circolazione dell'aria al disotto del terrazzo. Si è osservato che applicando del colore bianco sugli intonachi bituminosi si diminuiscono gli effetti del calore.

Vi è anche un altra via per la quale l'umidità o almeno le infiltrazioni di acqua possono prodursi negli edifizî e divenire perniciosissime; quella cioè de' tubi di discesa mal disposti; non basta in fatti di raccogliere le acque de' tetti, è d'uopo ancora condurle sino al suolo. I tubi di discesa adoperati a questo oggetto, non potendo spesso esser fissati sulle facciate, sono stabiliti nello interno degli edifizî; in questo caso essi non debbono essere incastrati ne' muri, giacchè sarebbe impossibile di scoprire le infiltrazioni che hanno luogo, e che potendo divenire oltremodo nocive ne' tempi di gelata, sono causa di grandi danni, a' quali è quasi impossibile apportare rimedio. Noi crediamo, in principio, che i tubi di discesa debbano essere apparenti ed accessibili, e che quando si è costretti a situarli nello interno degli edifizî, il modo migliore di raggiugnere questo doppio scopo, sia di stabilirli in una specie di grandi vuoti praticati in opera, come de' tubi di cammini, e larghi abbastanza per contenere uno o due tubi di ferro fuso o di piombo e dar passaggio ad un uomo in tutta la loro altezza col mezzo di scalini fissati ne' muri (36, 37 e 38).

Tale è il risultato delle nostre osservazioni sugli inconvenienti che può cagionare l'umidità, ed il prodotto degli studî che abbiamo fatti per pervenire a combatterli. Ci si potrà forse rimproverare di non avere mostrato in modo abbastanza preciso la natura degli ostacoli da opporre all'umidità, trascurando d'indicare le sostanze che debbono entrare nella composizione degli intonachi idrofughi. Noi risponderemo che questa quistione, tutta speciale, non entra nella nostra attribuzione, e che tale sembra essere stato il pensiero della Società d'Incoraggiamento, avendo essa proposto per questo oggetto un premio separato. In quanto a' fatti pratici e sperimentali che avrebbero dovuto forse accompagnare questa istruzione, essi dovrebbero essere fondati sull'esperienza di molti anni per avere qualche valore.

Sono dunque principî generali sopra tutto che noi abbiamo voluto stabilire; per quanto al modo col quale la umidità agisce nelle costruzioni ed a' mezzi di combatterla, questi principî possono così riepilogarsi:

1.° L'umidità essendo una delle maggiori cause di danni per le nostre costruzioni, bisogna prevenirla ed arrestarla prima che giunga nelle parti dove diverrebbe nociva.

2.° I soli ostacoli da opporsi ad essa sono il piombo, gl'intonachi composti di corpi grassi, bituminosi, o resinosi, e taluni cementi preparati per quest'uso.

3.° L'isolamento e la circolazione dell'aria sono i mezzi migliori per impedire all'umidità di comunicare con un corpo qualunque.

4.° Allorchè non si potrà guarentire le costruzioni coi mezzi ordinarî, dovranno adoperarsi i materiali meno igrometrici ed allontanarli per quanto più è possibile dal suolo.

5.° Sarà sempre vantaggioso di premunirsi dall'umidità nel tempo della costruzione, essendo difficile di combatterla negli edifizi esistenti, ed impossibile di cacciarla da essi.

6.° Prima d'incominciare una costruzione, si dovranno studiare le vie per le quali l'umidità potrebbe introdurvisi, stabilire dapprima gli ostacoli che si vogliono opporre ad essa, e quindi determinare i siti dove questi ostacoli debbono essere disposti e la loro natura, in riguardo alle diverse condizioni particolari delle costruzioni.

Mezzi di far cessare gl' inconvenienti dell'umidità o di preservarne le costruzioni esistenti.

Dopo aver indicati i mezzi di prevenire gl' inconvenienti dell' umidità nella costruzione degli edifizî, ci rimane ad occuparci de' mezzi da usare per farli cessare o premunirsi contro di essi nelle costruzioni esistenti. Noi abbiamo già dimostrata la insufficienza degli intonachi o delle pitture idrofughe, per raggiugnere lo scopo che si ha in mira; ora esamineremo se vi sieno altri mezzi più efficaci per conseguirlo.

Supponiamo che i muri del pianterreno di un edifizio sieno invasi dall' umidità, e che le efflorescenze esterne mostrino che l' interno de' muri è imbevuto di salnitro; lungi dal cercare di rinchiudere l' umidità nel muro, bisognerà non solo lasciare che essa possa essere assorbita dall' aria ambiente, ma fare ancora tutti gli sforzi per diminuirne le cause. A tale oggetto, si stabiliranno delle correnti di aria al disotto del suolo per tutta la lunghezza de' muri, si faranno delle cantine se non ve ne sono, si porranno de' rivestimenti interni ed esterni (39), si useranno infine delle precauzioni analoghe a quelle che abbiamo indicate pel tempo della costruzione degli edifizi, per quanto sarà possibile di porle in esecuzione; ma nel caso che queste precauzioni non possano applicarsi nelle costruzioni esistenti, come spesso avverrà, o se a malgrado di esse gli effetti dell' umidità continueranno a mostrarsi, si dovrà ricorrere a novelli espedienti che noi descriveremo.

Per evitare che l' umidità esistente in uno de' muri di un edifizio, manifestandosi sulla superficie interna di questo muro, penetri ne' luoghi abitati, il mezzo migliore da usarsi è di costruire innanzi a questo muro un tramezzo di mattoni duri messi in coltello, ed attaccato di tratto in tratto col muro medesimo, ma in modo da lasciare un intervallo di 2 o 3 centimetri che permetta all' aria di circolare tra il muro e questo tramezzo, che avrà la spessezza di un mattone di $0^{m}.05$. Per abbondare in precauzioni, i mattoni potrebbero essere rivestiti sulla faccia interna di uno strato di bitume, e la superficie apparente del tramezzo potrebbe esser coperta da un intonaco in gesso, che essendo ben secco riceverebbe la carta o la tapezzeria, che per cautela maggiore potrebbe anche poggiarsi su telai (*porte-tapisseries*). Questo sistema presenterebbe tutte le guarentigie desiderabili, e nulla più sarebbe a temersi dall' umidità, la quale continuerebbe invero a rimanere nello interno del muro, ma sarebbe sensibilmente diminuita dalla corrente d' aria stabilita fra il tramezzo e la superficie di esso (40). Per maggiore economia potrebbero stabilirsi sul muro umido de' pezzi sporgenti e delle traverse di legno sulle quali s'inchioderebbe una fodera di tavolette che sarebbe ricoperta da un intonaco, e formerebbe così un tramezzo sottilissimo ed isolato dal muro; ma i pezzi sporgenti trovandosi esposti all'umidità del muro col quale sarebbero in contatto, non potrebbero avere lunga durata; bisognerebbe perciò incatramare il legno, appoggiarlo sul muro soltanto ad intervalli, ovvero frapporre del piombo dal lato col quale i pezzi sporgenti sarebbero esposti all' influenza della umidità; inoltre una circolazione di aria sarà sempre necessaria (41).

Il sistema di rivestimento isolato è fra tutti i mezzi quello che deve preferirsi per le ragioni già indicate; però siccome in taluni casi devesi evitare di diminuire la grandezza delle stanze con questo rivestimento, che avrà almeno 7 o a 8 centimetri compreso lo spazio vuoto, noi esamineremo se siavi qualche altro mezzo da adottare.

Se il muro del quale si tratta separa due stanze, e che sia necessario guarentirsi dall' umidità da ambedue i lati di esso, dovrà adottarsi il sistema del tramezzo isolato: dappoichè se si applicasse direttamente sul muro un intonaco, una composizione, o un rivestimento impermeabile qualunque, l' umidità così imprigionata, crescerebbe e produrrebbe de' danni, che sebbene non apparenti non sarebbero perciò meno funesti. Se al contrario, l' umidità si manifesta in una sola stanza, e che si giunga a neutralizzarla da un solo lato, essa aumenterà evidentemente dal lato opposto, ma senza esser tanto dannosa quanto nel primo caso, poichè dal lato che non si sarà guarentito essa potrà ricevere l' influenza dell' aria ed essere alternativamente assorbita in una certa proporzione. Noi crediamo che in questo caso si possa, a tutto rigore, fare a meno dell' isolamento ed applicare direttamente su di una delle facce di questo muro quello fra gl' intonachi o rivestimenti che si considererà come migliore preservativo; dobbiamo dire nondimeno che pochi fra questi conserverebbero per lungo tempo una perfetta aderenza con un muro nel quale l' umidità continuerebbe ad esistere, specialmente pe' muri in pietra di taglio che si prestano con difficoltà all' applicazione degl' intonachi; per questa cagione noi preferiamo ad un intonaco applicato una composizione capace di penetrare nell' interno del muro, di qualunque costruzione esso sia, come quella proposta da' sig. *Thénard* e *d' Arcet*, che ci sembra abbiano risoluto questo problema con successo. Questo intonaco potrà anche applicarsi all' interno di un muro di faccia, purchè esso sia favorevolmente situato, giacchè allora una delle superficie del muro, essendo esposta all' influenza dell' aria, l' umidità non si concentrerà nell' interno di esso.

L' intonaco *d' Arcet* presenta in taluni casi de vantaggi incontrastabili, non di meno si potrebbe ancora adoperare con successo un' altro sistema senza isolamento; questo consisterebbe in un rivestimento di quadrelli di maiolica inverniciati, posti in opera con un buon cemento; siccome però questo genere di rivestimento non sarebbe applicabile a tutte le stanze di un 'abitazione, noi crediamo che sia sufficiente di voltare i quadrelli, situando lo smalto dal lato del muro. La faccia non inverniciata potrebbe

coprirsi con un intonaco qualunque, e sarebbe quindi capace di ricevere ogni sorte di decorazione. Questo rivestimento potrebbe anche farsi con mattoni di Borgogna coperti di bitume. Ricordando qui ciò che abbiamo detto intorno all' uso delle terre cotte e smaltate, pensiamo che in molte circostanze esse possano adoperarsi con vantaggio. Di già taluni macellai e pizzicagnoli di Parigi hanno adottato questo genere di rivestimento, che avrebbe una utile applicazione in taluni opificî, ne' laboratorî, nelle cucine ec. Si potrà con rivestimenti simili, che sono in uso in molti paesi, premunirsi contro l' umidità ed ottenere una gran nettezza.

Un altro rivestimento che può applicarsi su' muri e la efficacia del quale è riconosciuta, consiste in lamine di piombo sottilissime, distese su tutta la superficie; noi non esitiamo a consigliarne l' uso, purchè si abbia cura di applicarle su di una sola faccia di un muro; altrimenti l' umidità che già trovasi in esso vi resterebbe ermeticamente rinchiusa. La sola difficoltà che presenta l' uso delle lamine metalliche, consiste nella scelta della composizione da adoperarsi per attaccarle su' muri, perchè questa possa facilmente seccarsi, e fissarsi facilmente sugli intonachi di diversa natura su' quali sarà d' uopo applicarle. È inutile il dire che, quando si vorrà applicare su di un muro sia l' intonaco *d' Arcet*, sia un cemento o una composizione idrofuga qualunque, o anche un rivestimento messo in calce, bisognerà spogliare il muro dall' intonaco esistente, lasciarlo seccare per qualche tempo, e rifare in seguito l' intonaco (42).

Riepilogando i mezzi co' quali si può combattere con successo l' umidità nelle costruzioni esistenti, noi consiglieremo particolarmente.

1°. Il sistema di rivestimento isolato con circolazione di aria.

2°. Pe' casi ne' quali i preservativi potessero essere senza inconvenienti applicati direttamente sul muro, l' intonaco *d' Arcet* e gl' intonachi di bitume, le lamine metalliche, i mattoni inverniciati o ricoperti di bitume.

In quanto alla umidità che potrebbe penetrare nelle costruzioni esistenti dal suolo, sarà facile guarentirsene co' mezzi medesimi che abbiamo indicati trattando delle precauzioni da prendersi nel tempo della costruzione. Un'area generale di asfalto distesa sul suolo sarà sempre il mezzo più semplice e più sicuro per evitare l' umidità del suolo medesimo, quando si tratterà di un pianterreno senza cantine sottoposte. Non vi è mezzo, secondo noi, di evitare i pericoli che presenta l' abitare troppo presto case costrutte di recente; per accelerare in queste costruzioni l' evaporazione dell' umidità, è d' uopo ricorrere ad una circolazione di aria viva e calda.

Insalubrità de' piani terreni.

Non ha molto è stato inserito ne' giornali un articolo così concepito.

» Delle ricerche statistiche eseguite negli ospedali di Parigi hanno mostrato una spaventevole mortalità nella classe de' portinai, che, cogli abitanti de' piani terreni, formano quasi la totalità degli ammalati di tisi e di reumatismi acuti. Questi calcoli, presentati all'Accademia di medicina, sembrano dover provocare nel consiglio di salubrità delle misure igieniche relative alle abitazioni a pianterreno. »

I termini questo articolo sono troppo generali per poter essere discussi, e noi adottiamo con molta riserva i fatti in esso espressi; dappoichè ci sembra difficile di giugnere con una simile statistica a stabilire un medio presso a poco esatto, allorchè si pon mente a tutte le circostanze che in un simile caso debbono prendersi in considerazione, come l' esposizione de' luoghi abitati, le condizioni di costruzione, di ventilazione e di posizione nelle quali essi si trovano, l' età delle persone che li abitano, il loro stato normale di salute prima della posizione accidentale nella quale sono posti, ec., ec. Ciò non di meno la quistione merita di essere seriamente studiata, e noi tenteremo, se non d'intraprendere questo studio, almeno di accennare qualche idea su questo soggetto.

In generale, a Parigi, i piani terreni sono in condizioni molto sfavorevoli per la salubrità; la maggior parte hanno le aperture sopra cortili da' quali prendono l' aria ed il lume (giacchè i piani terreni dal lato delle strade sono destinati d' ordinario a botteghe); questi cortili, per lo più stretti e profondi, sono circondati da fabbricati alti che impediscono l' entrata al sole. Se a questo inconveniente si aggiugne la qualità delle costruzioni, nelle quali niuna precauzione si è usata contro l' umidità, si comprenderà quanto possa essere pericoloso di abitare in simili luoghi.

Ma un pianterreno situato alle spalle di un palazzo, o anche di una casa di mezzana importanza, convenientemente elevato dal suolo, per mezzo di cantine o di un piano sotterraneo, che abbia le stanze di conveniente altezza con finestre aperte su di un giardino o di un vasto cortile, con esposizione a mezzoggiorno o a levante potrà sempre abitarsi senza pericolo. Sarebbe quindi falso il dire che tutti i piani terreni sieno insalubri. I piani terreni sono pericolosi per abitare soltanto allorchè sono umidi, privi d'aria, di luce e di sole, e per questa parte le abitazioni de' portinai sono nelle condizioni più deplorabili. Oltre di questi inconvenienti, i portinai sono anche esposti a continue correnti di aria, per la posizione de' loro casotti, situati generalmente al piede delle scale e sotto i portoni. Da ciò può desumersi che altre cause, oltre l' umidità, contribuiscono alla insalubrità di taluni

piani terreni, e specialmente delle abitazioni de' portinai, e che rimediando in una costruzione agli inconvenienti dell' umidità, non si sarà fatto abbastanza per renderla sana ed abitabile (43).

A Parigi, colle nostre strade strette, le nostre case di smisurata altezza, i nostri cortili umidi ed oscuri, è impossibile che taluni piani terreni sieno abitati senza inconvenienti; e sarebbe a preferirsi che se ne traesse profitto in altro modo. In quanto alle dimore destinate ai portinai, havvi crudeltà a forzare degli uomini a vivere in luoghi essenzialmente inabitabili. Ci sembra quindi che questa quistione meriti di fissare l' attenzione, e noi brameremmo che il consiglio di salubrità se ne occupasse ponderatamente.

Inconvenienti dell' umidità sulle opere d'arte.

Oltre agli effetti perniciosi dell' umidità sulle costruzioni in generale e ne' luoghi abitati, noi dobbiamo far cenno di quelli di altro genere che essa può produrre sulle opere d' arte, situate allo interno o all' esterno degli edifizî.

La pittura stessa applicata su' monumenti, deve esserlo con le migliori condizioni di durata, per raggiugnere convenientemente il suo scopo.

Gli antichi ci hanno lasciato in questo genere degli esempî che noi non seguiamo abbastanza. Esaminando le pitture antiche ancora esistenti nelle ruine di Pompei, che sotterrate per quindici secoli, ci sembrano ancora fresche e brillanti come se fossero appena terminate, è impossibile di non riconoscere l' eccellenza de' mezzi adoperati per dar loro una durata così lunga. I Tedeschi hanno fatto su questo soggetto delle minute ricerche, e sembra che sieno giunti a soluzioni quasi certe, per quanto può giudicarsene da taluni soddisfacenti risultati ottenuti a Monaco.

È certo che, sia con la qualità de' materiali adoperati nella costruzione, sia con la composizione delle malte e degli intonachi applicati su' muri, sia infine col modo di preparare i colori e di stenderli sulle superficie che si voleano decorare, niuna precauzione si trascurava per lottare contro le cause di distruzione risultanti dalle variazioni atmosferiche, in un clima a dir vero più favorevole di molti altri (44).

Il carattere della durata fu sempre quello che gli uomini vollero imprimere alle loro opere. Così, più tardi, noi vediamo i cristiani rimpiazzare, con mosaici composti di materiali durabili, i procedimenti di pittura degli antichi. Infine quando il risorgimento delle arti rese più esigenti intorno a' mezzi di esecuzione, gl' Italiani usarono la pittura a fresco, alla quale siamo debitori de' principali capolavori della scuola fiorentina e della romana. L' uso che se ne volea introdurre in Francia, e che si è troppo presto abbandonato per motivi forse non ponderati abbastanza, ci sospigne a dare delle spiegazioni intorno al modo col quale si eseguono in Italia le pitture a fresco, e sulle ragioni che ne hanno assicurato il successo.

In Italia si costruisce per metà in pietre e per metà in mattoni; i muri interni e le volte sono d'ordinario di mattoni, di modo che quando son destinati ad essere decorati con pitture, essi sono più adatti a ricevere gl'intonachi, e per conseguenza si prestano molto meglio a'procedimenti della pittura a fresco. In Francia, ed a Parigi specialmente, dove la pietra di taglio è abbondante, sí costruiscono de' monumenti tutti in pietra, e su muri di questa specie si è voluto tentare di fare de' saggi di pitture a fresco. I principali inconvenienti di una simile costruzione, per questo genere di pittura, sono dapprima la difficoltà di applicare un intonaco su di un tale muro, quindi l' esser la pietra una materia spugnosa che facilmente risente gl' influssi atmosferici e gli effetti dell' umidità in generale, così perniciosi nel nostro clima. Se si aggiugne a questi inconvenienti, contro i quali non si è cercato di lottare abbastanza, la difficoltà che presentano i procedimenti di esecuzione, si comprenderà perchè siasi rinunziato alla pittura a fresco; ma non potendosi rinunziare alle pitture monumentali, taluni pittori hanno adottata la pittura a cera che non esposta a prosciugarsi, permette, conservando l' apparenza non lucida delle pitture a fresco, di giugnere ad una maggior ricchezza di colorito. Altri, fedeli alla pittura ad olio, o non volendo accrescere le difficoltà materiali di esecuzione, si sono contentati di dipingere su' muri preparati per mezzo dell' intonaco *d'Arcet*, come avrebbero dipinto su di una tela. Questi diversi sistemi sono stati messi in pratica su muri in pietra, ciò che, secondo noi, non è affatto rassicurante per la durata di queste pitture; specialmente quando questi muri sono esposti agli influssi più perniciosi dell' atmosfera: poichè allora, qualunque sieno le precauzioni prese nell' interno, l' umidità che penetra nel muro, prima dal suolo e poi dalla faccia esterna, finirà per arrivare all'interno a traverso alle pietre, che sono per lo più tenere, e quindi spugnose. Aggiugneremo che col modo di costruire di Parigi, le commessure dei muri in pietra hanno circa un centimetro di spessezza e sono ripiene di malta o di gesso, di modo che è ben difficile che una preparazione qualunque, applicata sul muro, agisca al modo stesso sulle commessure e sulle pietre; essa penetrerà in modo differente nella pietra e nella malta o nel gesso. L' aria, per la stessa ragione, avrà un' influenza tutta diversa sulla pietra e sulla materia delle commessure, e queste diverranno ben tosto apparenti (45). Si può conchiudere da ciò che non devesi esitare intorno al modo di costruire i muri destinati alla pittura a fresco, a cera, o ad olio. Questi muri debbono esser co-

strutti o in pietre di travertino o in mattoni, per poter ben ricevere gli intonachi ed evitare l' inconveniente delle commessure. Allorchè per la stabilità della costruzione, o per l' apparenza esterna, un muro dovrà farsi in pietra di taglio, sarà facile di rivestirlo all' interno di mattoni, e ciò presenterà il doppio vantaggio di evitare gl'inconvenienti de' muri di tal sorta, e di guarentire la pittura da qualunque umidità, specialmente se si ha la cura di lasciare uno spazio sufficiente tra la costruzione di mattoni ed il muro (46).

Le riflessioni che precedono ci furono suggerite dal bel dipinto del sig. *Delaroche* alla Scuola di Belle Arti, per la durata del quale non siamo senza inquietudine. Ci duole che in questa circostanza non siasi usato il mezzo da noi indicato più sopra del rivestimento di mattoni, e che siasi affidata alla pietra un' opera così interessante; temiamo perciò ch' essa non abbia a soffrire per l' influenza perniciosa del nostro clima. Il muro sul quale si è eseguito questo dipinto è in pietra; non vi sono cantine sottoposte al suolo, e la sua superficie esterna è esposta ad occidente; in tali condizioni, questo muro può imbeversi di umidità tanto per la base che per la faccia esteriore esposta alla pioggia. Questa umidità, penetrando necessariamente nel muro, si estenderà e finirà, dopo un tempo più o meno lungo, col raggiugnere la superficie interna. L' intonaco *d' Arcet* applicato all' interno sarà sufficiente per arrestarla? tale è la quistione; poichè la cupola del Panteon, eseguita co' medesimi procedimenti, non può esser citata ad esempio, trovandosi in condizioni del tutto diverse.

Se l' umidità esercita la sua azione sulle pitture situate nello interno de' nostri monumenti, questa azione sarà molto più diretta e nociva sugli ornamenti di scultura situati all' esterno, specialmente quando essi sono in pietra; in questa circostanza, l' intonaco *Thénard* e *d' Arcet* sarà di grande soccorso. Il sig. *Vivet* intrapreditore di pittura, ne ha fatte felici àpplicazioni; occupandosi particolarmente di pittura a cera, esso poteva meglio di ogni altro applicarsi al perfezionamento di un processo di questo genere; i lavori già da lui eseguiti per guarentire delle opere di scultura in pietra dagli effetti dell' umidità sono compiutamente riusciti; citeremo fra gli altri i quattro gruppi dell' arco di trionfo dell' Étoile, le statue sedenti della piazza della Concordia e i due busti che adornano l' ingresso della Scuola di Belle Arti.

Il sig. *Vivet*, dopo aver applicato a caldo l' intonaco idrofugo, lo copre di due o tre strati di pittura a cera, di quel colore che si vuole, alla quale egli dà l' apparenza della grana della pietra. La preparazione idrofuga può anche essere applicata con vantaggio su' monumenti funebri eseguiti con materiali capaci di facilmente deteriorarsi, e per le facce de' muri anche esterni, purchè essa prevenga l' invasione dell' umidità e non la concentri.

Nel nostro clima, lo stesso marmo non è esente dagli attacchi dell' umidità; quando questa dura per qualche tempo e la polvere vi si attacca, essa fa nascere de' licheni che finiscono con annerirsi e formare una patina che toglie al marmo la sua trasparenza ed alla scultura il suo effetto. Si è creduto poter guarentire il marmo da questi inconvenienti, facendolo imbevere di una composizione, per mezzo della quale esso doveva conservare il colore e la purezza naturale. Il primo saggio di questo genere è stato fatto sulle sculture della fontana di Grenelle; l' altro, ch' è a nostra notizia, sul piedestallo della statua di Luigi XIV, alla piazza delle Vittorie. Non solo questi saggi non sono riusciti, ma essi hanno imbrattati i marmi e ne hanno alterato il colore, sino a ridurli in uno stato peggiore di quello nel quale si trovavano dopo essere stati abbandonati alle intemperie delle stagioni. Noi conchiudiamo da ciò, che per conservare il marmo, è inutile di usare composizioni artificiali; che questa materia non ha altro ha temere dall' umidità che qualche licheno e delle macchie più o meno di sgradevoli alla vista, e che basta di spolverare, spazzare e lavare ogni cinque o sei anni i monumenti di marmo esposti all' aria, per ridurli nello stato primitivo.

Nel terminare questa istruzione siamo ben lontani dal pretendere di aver risolute tutte le quistioni che hanno relazione con quella dell' umidità e della sua influenza funesta. Pur tuttavolta nel passare a rivista i fatti principali che possono aver luogo, crediamo di avere stabiliti taluni principî generali, capaci di servir di base a studî più completi e più profondi, e che la sola esperienza potrà rendere efficaci.

Spiegazione delle figure.

Tav. IV. La fig. 11 indica il modo più semplice di stabilire il rivestimento esterno con lastre di pietra.

A muro; B, lamina di piombo applicata sulla faccia superiore dell' ultimo filare; C, solaio poggiato su piane e smalto; D, zoccolo di legno formante rivestimento interno; E, strato di asfalto sopra lo smalto, necessario per guarentire il piede del muro; F lastre di pietra isolate; G, spiraglio destinato ad introdurre l' aria nel vuoto lasciato dietro le lastre.

Fig. 12. Disposizione di una banchina risaltata destinata a proteggere il piede di un monumento, con rivestimento analogo a quello della figura precedente.

A, muro; B, lamina di piombo; C, lastricato posto sopra smalto; D, rivestimento in marmo; E, lastre esterne separate dal muro; F, banchina risaltata al piede del muro; G, spiraglio per l' entrata dell' aria nell' interno dalla banchina; H, condotto per introdurre quest' aria nelle stanze del pianterreno, dove può servire ad alimentare i cammini da fuoco.

Fig. 13. Lastricato isolato stabilito su piccoli muri in fabbrica.

Fig. 14 Lastricato isolato stabilito su costruzioni in mattoni.

Fig. 15. Sezione di un piano sotterraneo nel quale si vogliono evitare gl' inconvenienti dell' umidità per mezzo di un contromuro in travertino con intonaco idraulico.

A, muro sotterraneo ; B, contromuro in travertino con intonaco idraulico ; C, muro superiore ; D, estradosso della volta ; E, solaio.

Fig. 16. Rivestimento di mattoni stabilito collo stesso scopo. Nell' un caso e nell' altro, si situeranno delle lamine di piombo, o un altro ostacolo impermeabile qualunque, a due differenti altezze F e G; H rivestimento in mattoni isolato dal muro sotterraneo,con intonaco idraulico.

Fig. 17. Sezione di un' abitazione posta sul declivio di una collina. Per evitare gl' inconvenienti dell' umidità, si propone di lasciare uno spazio sufficiente A tra le costruzioni ed il terrapieno, di stabilire con la massima cura un modo conveniente per lo scolo delle acque per mezzo di un canaletto B, ed infine di disporre il tutto per facilitare quanto più è possibile la circolazione dell' aria. Nell' aranciera di Versailles, che è addossata ad un terrapieno, lo scolo dell' acque proveniente dal suolo superiore si è stabilito con grande cura, onde guarentire il muro di sostegno dagli inconvenienti dell' umidità.

Tav. V. Fig. 1. Tramezzo di mattoni in coltello, formante rivestimento isolato su di una faccia di muro umido.

La fig. 2. indica la disposizione generale delle più semplici case di Londra: si vede che il suolo delle strade è sempre elevato al disopra del livello del suolo naturale, perchè il piano inferiore, destinato alle dipendenze, cucine, ec., non sia propriamente un piano sotterraneo, e perchè le acque che servono per gli usi domestici possano immettersi direttamente nelle cloache. Lo spazio fra i muri di faccia e la via pubblica forma una specie di fossato, molto comodo pel servizio. Allorchè questo fossato è largo abbastanza, si dispone in esso una scalinata esterna che permette di comunicare da fuori col piano inferiore, senza passare per lo interno della casa. La cantina situata sotto il marciapiede serve a contenere il carbon fossile, che può esservi introdotto per mezzo di un' apertura tagliata nella volta.

A, cloaca pubblica stabilita sotto la strada B (47) ; C cantina scavata sotto il marciapiede D e nella volta della quale è l'apertura E, per introdurvi il carbone ; F, fosso; G, piano inferiore destinato al servizio ; H, suolo di un piccolo giardino ; I riposo fra due piani ; K, livello del suolo naturale.

Fig. 3. Pianta del pianterreno di questa casa (48).

NOTE.

(10) Per la composizione degli smalti si consultino le opere del sig. Vicat, e si scelgano gli smalti di cui sian conosciute le qualità particolari.

(11) (b) Noi crediamo che il bitume, l' uso del quale può variare in diversi modi, sia generalmente da preferirsi al piombo, che al menomo cedimento si fende, e lascia libero passaggio all' umidità. (*Nota del Sig. Daly.*)

(12) È da temersi che una lamina di piombo troppo sottile non sia subito distrutta dall' azione del principio caustico della calce (ciocchè è stato osservato da uno dei nostri colleghi), o che non si trovi tutta forata sotto la pressione del muro per le piccole scabrosità delle facce della pietra. Bisogna che questa lamina abbia almeno due millimetri di spessezza, e come abbiam detto nella nota (9) pag. 19 vorremmo che si desse al piombo una consistenza maggiore con una lega di stagno, e che le superficie fossero incatramate.

Si attribuisce al piombo l' inconveniente di sfogliarsi sotto un forte peso, e si crede che questo fenomeno provenga direttamente dalla mollezza del metallo. Noi crediamo che esso sia principalmente dovuto ad un'altra causa.

La resistenza del piombo allo schiacciamento è, secondo Navier (*Résistance des materiaux*), di 100 chil. per centimetro quadrato, o di 1 000 000 di chil. per metro quadrato. Noi abbiamo calcolato, che un muro tutto pieno, costrutto di pietra di roccia di $0^{m}.50$ di spessezza e di $20^{m}.00$ di altezza, carico di sei solai in mattoni, dei corrispondenti soffitti e di un tetto, esercitava sopra la sua base, e per ciascun metro lineare della facciata (equivalente a $0^{m}.50$ quadrati), una pressione di 30 040 chilogrammi, ciocchè equivale a 6 chil. per centimetro quadrato ; ora 6 : 100 :: 1 : 16.666 ; il piombo avrà quindi una resistenza quasi 17 volte maggiore della pressione di un tal muro, e supponendo questo muro posto sopra sostegni isolati, come pilastri di cui la sezione orizzontale non fosse che la quinta parte di esso, il piombo avrebbe anche in questo caso una resistenza più che tripla, quantunque la carica fosse quintupla. In fine una lamina di piombo potrebbe sopportare senza sfogliarsi il peso di un muro di pietra dura di taglio alto 400 metri Noi abbiamo pochi campanili che oltrepassino il quarto di quest' altezza. Non si può dunque ammettere, anche riconoscendo l' effetto della continuità della pressione per un lungo periodo di tempo, che lo sfogliarsi del piombo sia un risultato di questa pressione.

(b) In questa stessa nota il sig. Daly cità degli articoli precedenti della *Revue*, fra i quali uno del sig. Polonceau Ispettore de' Ponti e Strade, ne' quali si fa menzione del bitume come preservativo contro l' umidità.

Si deve, secondo noi, attribuire questo inconveniente alla dilatazione. Il piombo si dilata più di tutt' i metalli, ed è sì molle che una volta dilatato dal calore poco si restringe quando la temperatura si abbassa. Per poco che incontri ostacolo nella contrazione, resta quasi nello stesso stato nel quale lo ha ridotto la dilatazione. Debbonsi a ciò attribuire le grinze che si formano frequentemente nelle gronde di piombo esposte al sole. Ora la lamina di piombo stretta fra due filari di pietre non può dilatarsi verticalmente pel peso che la preme e per la mollezza del metallo (perchè bisogna distinguere quì la resistenza del piombo alla pressione, dalla forza viva di cui avrebbe bisogno per sollevare, per solo effetto della dilatazione, i pesi che vi gravitano sopra). La sua espansione non può dunque aver luogo che nel senso orizzontale; gli orli della lamina di piombo escon fuori delle facce dei muri, ed una parte della massa si ricalca su se stessa, come lo dimostra l'operazione della battitura (*matage*).

Questo stendimento si esegue necessariamente a spese della spessezza della lamina. Quando la temperatura si abbassa, il ristrignimento non può succedere che nel senso verticale, per le ragioni dette innanzi, e sempre a spese della spessezza; e siccome quest' alternativa di dilatazione e ristrignimento ha luogo continuamente, e tutte le volte che succedono grandi variazioni nella temperatura atmosferica, ne segue che la spessezza di una lamina di piombo diminuendo sempre collo stendersi lateralmente, finisce col ridursi quasi a zero. Ecco perchè noi consigliamo di dare consistenza al piombo con una lega di stagno, di zinco o di regolo (*régule*) combinata però in modo da lasciare al metallo una certa elasticità, senza farlo ossidare più facilmente. Noi preferiremmo lo stagno puro, ma questo è un poco caro. Il metro quadrato di stagno di $0^m.002$ di spessezza pesa 15 chil. e costa 30 franchi, mentre che il piombo di $0^m.002$ pesa 23 chil. e costa franchi 16.10. (*N. del Sig. Jan.*)

(13) La posizione più o meno elevata d' una pietra sopra il suolo non entra direttamente in questo fatto. Basta che la pietra sia imbevuta di umido per distruggersi colle gelate, se queste sono forti; ma qualunque sia la facilità d' una pietra ad essere attaccata dalle gelate (*la gélivité d' une pierre*) essa non lo sarà dalla gelata più forte se è asciutta. (*N. del Sig. Jan.*)

(14) Questo sistema di lastricato è spessissimo adoperato solo per quest' ultimo scopo; vorremmo che esso fosse eseguito in modo da ottenere il duplice risultato che abbiamo indicato. Per ciò, sarebbe sufficiente di evitare di riempiere con gesso o anche con malta, come si fa d' ordinario, il vuoto che rimane fra le lastre ed il muro; dappoichè la circolazione dell' aria tra le parti esposte all' umidità e quelle che si vogliono preservare sarà sempre il miglior mezzo di giugnere al risultato che ci proponiamo. La pietra di Château-Landon ed in mancanza di essa il *liais* (c) deve preferirsi per quest' uso. Il basamento delle facciate laterali della chiesa di Notre-Dame-de-Lorette è stato rivestito di lastre di Château-Landon, che da venti anni si sono conservate perfettamente.

(15) Se le lastre di rivestimento sono coperte di bitume nello interno, è inutile isolarle dal corpo del muro, essendo questa disposizione molto viziosa, poichè lastre tanto sottili non resisterebbero al menomo urto. Le lastre di Notre-Dame-de-Lorette, citate nella nota precedente, hanno 15 a 20 centimetri di spessezza e non sono isolate, se ben ci ricordiamo. Esse verisimilmente sono state poste per ornamento anzi che come mezzo idrofugo. Di più, se queste lastre hanno la proprietà di allontanare l' umidità, noi non le accetteremo come esempio di buona costruzione. Una parte della spessezza del muro è occupato da esse, e per poco che i due o tre filari di pietra ordinaria che formano il rimanente abbiano delle commessure alquanto larghe che si restringono sotto il peso, il rivestimento può correre qualche pericolo; sarebbe stato meglio fare tutta la spessezza di pietra di Château-Landon.

Noi non dividiamo l' opinione del nostro collega su' rivestimenti in lastre sottili, che si sogliono mettere al basso de' muri costrutti in fabbrica ordinaria, tanto con lo scopo d' impedire la distruzione dello intonaco per l' azione dell' umidità, o per l' urto de' corpi estranei, quanto per impedire che l' umidità esterna penetri nello interno. Questo mezzo, pel modo vizioso di disporre le lastre, produce sovente l' effetto contrario; perchè, siccome esse sono generalmente troppo sottili, ed appena una piccola parte della loro spessezza è coperta dall'intonaco, ne segue, che le acque di pioggia che scorrono dall' alto del muro s' introducono dietro il rivestimento. Noi abbiamo veduto più di un esempio di tal fatto. (*N. del Sig. Jan.*)

(16) Specialmente in condizioni simili a queste sarebbe a desiderarsi che si fabbricasse in pietre a secco, almeno per una certa altezza.

Per convincersi dell' influenza che esercita, sulla durata degli edifizî, la scelta de' materiali e la cura usata nel modo di costruire, citeremo l' antico Louvre, che conta l' epoca di trecento anni, ed i basamenti del quale, sebbene non vi si sia presa alcuna precauzione particolare, sono ancora in uno stato di conservazione soddisfacentissimo. Pare che in altri tempi si ponea maggiore attenzione alla buona qualità de' materiali: ricorderemo a tal proposito che allorquando, sotto Luigi XIV, si propose di continuare la costruzione del Louvre, Colbert incaricò una commissione di architetti di visitare i monumenti di Parigi e de' dintorni, per ricercare la qualità delle pietre di cui eran costrutti, la maggiore o minore alterazione, che aveano sofferto, e le cave che le aveano fornite. Il lavoro di questa commissione esiste manoscritto alla Bi-

(c) Specie di carbonato calcare de' dintorni di Parigi.

blioteca reale (*). Un lavoro analogo è stato ordinato, ed eseguito ultimamente in Inghilterra, per le pietre da adoperarsi nella costruzione del nuovo edifizio destinato pel Parlamento ; questo lavoro è stato stampato.

(17) Secondo noi, questa banchina piena, come si vede nella fig. 12, deve produrre l' effetto opposto a quello che se ne spera ; lo dimostreremo in seguito.

Il nostro collega attribuisce l' origine dell' umidità nei piani terreni a tre cause: 1.° all' ascensione dell'acqua delle terre nel corpo de' muri e nel suolo stesso delle abitazioni, per la capillarità de' materiali; 2.° allo spruzzo delle acque di pioggia cadute sul suolo al piede de'muri; 3.° all' umidità dell' aria ambiente.

Crediamo dover dapprima rimuovere la terza causa, perchè se l' aria ambiente può qualche volta comunicare l' umidità di cui è imbevuta a' muri del pianterreno la comunicherebbe del pari a' muri de' piani superiori, forse in proporzione decrescente a misura che si allontana dal suolo di emanazione dal quale riceve la sua umidità; bisognerebbe ancora supporre ne' materiali delle proprietà assorbenti, come quelle de' muri contenenti salnitro. L' aria ambiente non è mai tanto costantemente umida che un periodo asciutto non giunga a togliere da' muri quel poco d' umidità che ha potuto comunicarsi ad essi in un periodo umido. Ne' soli cortili stretti ed alti, dove l' aria è stagnante, nelle cantine e ne' sotterranei, può l' aria imbevuta di acqua avere effetti sensibili, perchè ivi i periodi umidi sono in numero maggiore de' periodi asciutti, o piuttosto sono costanti.

L' aria umida (salvo i casi di presenza di salnitro) contribuisce più all' umidità de' muri per la sua inazione, cioè non facendo evaporare l' umidità del suolo a misura che s' innalza ne' muri, che per la sua azione diretta, introducendovela essa stessa. Vi contribuisce pure perchè, essendo specificamente più leggiera dell' aria asciutta, essa oppone alla umidità ascendente una pressione più debole. È per queste due ragioni che noi vediamo, principalmente nel corso dello inverno, l'umidità elevarsi alla sua massima altezza nella base de'muri, ed abbassarsi progressivamente a misura che l' aria dell' està diviene più calda, e più asciutta. L' autore lo dice anch' esso (v. pag 16). L' aria umida è dunque, per ciò che abbiam detto piuttosto un agente negativo che positivo.

In quanto alla banchina, alla quale si attribuisce l' effetto di allontanare l'umidità proveniente dagli spruzzi delle acque piovane, ci sembra, dall' esame della figura, che essa debba produrre l' effetto contrario. Essa favorisce l' ascensione dell' umidità del suolo, presentando una sezione orizzontale più larga alle molecole ascendenti dell' acqua, ed innalza più dappresso al livello del suolo interno la zona percossa dagli spruzzi, e questi senza alcun dubbio bagnano il muro al disopra della lamina di piombo. Poichè, in fine, l' aria che circola nel vuoto della banchina non è altro che l' aria ambiente, la quale se è umida come al di fuori, non può esser d' alcuna utilità. Ma essa è anche più umida sotto la banchina, dappoichè s' imbeve dell' umidità che esala dalle pareti di questa.

Nella figura 12 specialmente, gioverebbe meglio sopprimere completamente la banchina vuota o piena, come noi lo abbiamo indicato nella fig. 4 tav. V. Nella fig. 12 tav. IV. la pioggia che cade sulla banchina risale cogli spruzzi a 40 o 50 centimetri sul piede del muro, cioè evidentemente al disopra della lamina di piombo B, situata nella commessura ; la stessa modanatura ne riceve molta per la sua posizione sporgente e la lamina di piombo è impotente a respingerla, mentre che sopprimendo la banchina e lasciando la lamina di piombo all' altezza attuale gli spruzzi non vi arriveranno mai. Se queste banchine si trovano a molti palazzi in Italia, regione poco umida, ciò è piuttosto per allontanare i depositi d' immondezze dal piede de' muri, o per ornamento degl' edifizî, o per servir di sedili a quelli che passano come nell' arco di Trionfo dell' Étoile, che per guarentire questi muri dalle acque piovane. Non dimentichiamo che sono piuttosto gli spruzzi della pioggia e dell' acqua che cade da' tetti, che rimbalzando sul suolo bagnano il piede de' muri, anzi che la pioggia stessa che ne percuote la superficie e che bagna egualmente il primo piano. Non dimentichiamo che tre cagioni di umidità agiscono simultaneamente al piede de' muri in tempo di pioggia : 1°. quella proveniente dal suolo ; 2°. la pioggia che cade obbliquamente sullo zoccolo ; 3°. gli spruzzi tanto della pioggia che cade direttamente sul suolo, che di quella che gocciola da' tetti.

Non sapremmo abbastanza raccomandare, a tal proposito, l'uso de' canali ed anche di semplici docce, per preservare il piede de' muri dagli spruzzi delle acque che cadono da' tetti, i quali agiscono infallibilmente, qualunque sia la direzione della pioggia, e lungo tempo anche dopo che questa è cessata, e cadono con maggiore abbondanza, mentre che la pioggia non percuote direttamente le facce de' muri se non quando vi è spinta del vento.

Bisogna che l' orlo della doccia sia per quanto più è possibile vicino all' imboccatura del canale di scolo ; perchè tutta l'acqua che cade nella zona compresa tra queste due linee rimbalza a piede del muro, a meno che non vi sia una contropendenza, ciocchè è ben raro. Noi citeremo come buoni esempî i canali stabiliti dal nostro collega sig. Hittorff al circo olimpico, ed a' padiglioni de' Campi Elisi come nella Chiesa di San Vincenzo de' Paoli. (*N. del Sig. Jan.*)

(18) Si comprende bene che la spesa necessaria per lavori di simil genere è troppo variabile per esser fissata

(*) Il sig. Héricart de Thury ne dà un estratto nella sua descrizione delle catacombe di Parigi, pag. 158. (*N. del Sig. Jan.*)

in questa istruzione, la quale ha per oggetto di servire per tutti i casi analoghi ed imprevisti che possono presentarsi.

(19) Non possiamo esser dell'avviso dell'autore sull'isolamento del rivestimento in marmo, perchè questo isolamento toglierebbe ad esso tutta la solidità, se pure non si volesse dare grande spessezza alle lastre, ciò che aumenterebbe considerabilmente la spesa. Se si copre di bitume la faccia del muro, non havvi alcun inconveniente ad attaccare le lastre al muro con buon cemento. (*) (*N. del Sig. Jan.*)

(20) L'applicazione dello smalto sulla terra cotta ebbe origine nella più remota antichità: i muri di Babilonia e di Persepoli erano rivestiti di mattoni coperti di smalto di diversi colori, ed in seguito se ne sono trovati degli esempi ne' monumenti di diverse epoche. Non sappiamo perchè l'uso delle terre smaltate sia stato abbandonato; ma ci sembra che troppo si sieno trascurati i vantaggi, che si possono da esse ritrarre. Da secoli, gli Orientali han l'uso di rivestire i muri interiori delle loro abitazioni di quadrelli di maiolica, che hanno il vantaggio di render fresche le loro dimore mentre le preservano dall'umidità. La Spagna ha preso da essi questo costume; in Olanda si fa uso generalmente di quadrelli dello stesso genere pel rivestimento interno de' piani terreni, senza dubbio come preservativo contro l'umidità, la quale è molto a temersi in quella contrada. Sin dal secolo XV e specialmente nel XVI, s'introdusse in Francia l'uso dei quadrelli di maiolica pe' pavimenti delle case le più semplici e delle più ricercate; se ne vedevano ancora, poco tempo indietro, a' castelli d'Anet e di Écouen; è evidente che ne' piani terreni questa specie di lastricato dovea avere la proprietà d'impedire che l'umidità si manifestasse sulla superficie del suolo. Si è fatto anche uso di tegole smaltate per le coperture, e si è pure applicata questa specie di decorazione alle facciate delle case, come si osserva ancora a Beauvais. Il castello di Madrid era celebre per la bellezza degli ornamenti di maiolica di cui era rivestito esteriormente, e che erano dovuti al celebre Cesare della Robbia. Noi potremmo in riguardo alle terre smaltate estenderci in maggiori sviluppi, ma ciò sarebbe estraneo alla materia che trattiamo; ci limitiamo a richiamare l'attenzione della Società d'Incoraggiamento su di una fabbricazione per la quale ha portato vanto una volta la nostra industria nazionale, e che sempra oggi esser caduta in perfetta dimenticanza.

(21) Malgrado i risultamenti che promettono le precauzioni che abbiamo indicate, noi consiglieremo, per maggior sicurezza, di non costruir mai in legno per tutta l'altezza de' piani terreni, nè nelle facciate esposte al sud o all'ovest; perchè il legno chiuso nella fabbrica e senza aria è esposto a marcirsi prontamente. Nello scopo di assicurare la conservazione del legname se ne copre la superficie d'uno strato di pittura, e spesso si produce l'effetto contrario. Acciò la pittura serva alla conservazione del legname, è d'uopo che vi sia applicata quando il legno è perfettamente secco; senza di ciò essa fa concentrare nello interno l'umidità preesistente, e questa umidità così imprigionata è un germe di distruzione. Il legno ha bisogno di aria e quando è perfettamente secco può esser quasi impunemente esposto alle variazioni delle atmosfera. Così per esempio nelle nostre antiche città della Francia si vedono facciate di case in legno, le quali contano trecento anni, e dove il legno spogliato da molto tempo della pittura, è a dir vero roso alla superficie per l'influenza della pioggia e del sole, ma nell'interno è sano e conserva tutta la sua forza. È per una ragione analoga che l'armatura de' tetti non mai si marcisce. Al mercato de' Blancs-Manteaux, l'armatura in legno ch'era stata dipinta si è marcita dopo venticinque anni, ed è stata supplita da un'armatura in ferro (*). Non pretendiamo però asserire che la pittura non possa contribuire a conservare il legno esposto alle influenze atmosferiche ma soltanto che è necessario applicarla a proposito, ed in modo che non rimanga umidità nello interno; così, per esempio, le facce delle finestre e delle porte esposte all'esterno, han bisogno d'esser dipinte appena si pongono in opera, ma è ben inutile dipingere le facce interne, le quali sono al coperto, e lasciando così una faccia senza pittura, il legno si seccherà più facilmente. Crediamo dun-

---

(*) Qui cade in acconcio di ricordare, per proscriverlo, il deplorabile uso de' nostri marmorai moderni, i quali non conoscono altro cemento che il gesso, anche dopo che l'arte delle costruzioni è stata arricchita di eccellenti malte.

I Romani che furono, senza dubbio, i migliori esecutori di rivestimenti di marmo, coprirono con questo mezzo la superficie intera di edifizî considerabili, come il Panteon, il tempio di Venere a Roma ec; essi si sono ben guardati dall'usare il gesso o tutt'altra materia di poca durata come quello. Noi abbiam trovato nell'edifizio galloromano del nord di Montmartre, questa terra classica del gesso, un gran numero di frammenti di un rivestimento di marmo di spessezza non maggiore di om.015, e delle lastre di cui la spessezza non eccedeva om.018 e che nondimeno erano attaccati con cemento in calce. Questo cemento è ancora tanto fortemente unito al marmo, che non si può togliernelo facilmente; quantunque applicato su di una superficie quasi levigata, il cemento sembra esser più aderente al marmo che a se stesso. L'uso del gesso è così comodo, e l'abitudine d'usarlo così radicata, che se gli architetti non fanno violenza contro i marmorai per fare usare altre materie, è da presumersi ch'essi non cambieranno mai sistema. È soprattutto all'uso del gesso, che si debbono attribuire i deterioramenti, che porteranno la totale ruina, fra pochi anni, de' rivestimenti in marmo de' piedestalli delle statue del Museo di Antichità, specialmente di quelli ne' quali sono incastrati de' bassi rilievi, i quali sono in uno stato deplorabile. (*N. del Sig. Jan.*)

(*) Egli è al catrame da cui furono coperte, che si deve senza alcun dubbio attribuire la rapida distruzione delle travi della chiesa di Saint-Germain-en-Laye, che sono completamente marcite.

que che i nostri antichi avean ragione di lasciare i pezzi de' tavolati e le travi de' solai accessibili all'aria. L'arte d'altronde s'era impadronita di queste disposizioni, e ne avea tratto un eccellente partito. Si sa come sieno aggradevoli alla vista le opere in legno naturale come si facevano per l'addietro.

(22) Un intonaco generale di bitume è un eccellente mezzo, e diremo anche il miglior mezzo di render salubri i piani terreni, ma è necessario che esso sia coperto da uno strato di smalto o almeno da un'area di cemento sulla quale si appoggeranno le piane: altrimenti si correrà rischio di vederle affondare nel bitume nella stagione molto calda a cagione della loro piccola superficie. Questo intonaco generale di bitume coprirà esattamente l'orlo della lamina di piombo posta fra due filari ne' muri come si vede nella fig. 4 tav. V. (*N. del Sig. Jan.*)

(23) Tutti i lastricati de' piani terreni della Scuola di Belle Arti e quello della Sala del *Giudizio finale* sono posti sopra smalto e si sono mantenuti perfettamente asciutti sebbene non vi sieno cantine sottoposte.

Pel lastricato della nuova galleria di agricoltura al Conservatorio di Arti e Mestieri, le precauzioni sono state anche maggiori; io l'ho fatto stabilire su di un'area di asfalto e di smalto soprapposto. Ecco il procedimento usato: il suolo è stato prima ben livellato e ben battuto, in seguito si è sparsa, su tutta la superficie, della terra da stufa per 3 o 4 centimetri di altezza. Sopra il suolo così preparato si è stabilita l'area di asfalto di 10 a 15 millimetri di spessezza, e sopra quest'area lo smalto di 10 a 12 centimetri, destinato a ricevere il lastricato, che si è situato sopra un letto di cemento fino. Lo smalto disposto al di sopra dell'area di asfalto si presta meglio pel lastricato; perchè se l'area di asfalto fosse stabilita al di sopra dello smalto essa non si attaccherebbe bene col cemento ch'è indispensabile per ottenere, nel porre le lastre, una certa elasticità (*).

(24) Deve attribuirsi all'uso funesto, che si conserva a Parigi e ne' dintorni, del gesso nella costruzione delle volte delle cantine, la grande umidità che si osserva nei piani terreni. Si è riconosciuta la necessità di costruire con malta i muri fino al primo piano, e ciò nondimeno le volte si costruiscono col gesso; ed in addietro s'intonacavano anche col gesso. Si sa però che questa materia ha molta affinità con l'acqua; essa assorbisce l'umidità costante dell'atmosfera de' sotterranei, se ne satura, e la fa salire, per effetto della capillarità, fino al suolo dei piani terreni. Il gesso a lungo andare s'imbeve di salnitro ed i suoi effetti sono allora anche peggiori. Non vi ha quindi nulla di meglio a fare che proscrivere il gesso nella costruzione delle volte come si è fatto pe' muri. Ne sarà così meno comoda l'esecuzione, ma molto maggiore la salubrità. (*N. del Sig. Jan.*)

(25) Gli antichi, volendo assicurare a' loro monumenti la più lunga durata, avevano adottato un sistema analogo pei loro lastricati; essi costruivano sul suolo de' piccoli massi quadrati di mattoni, vicini abbastanza per poter sostenere grandi quadrelli di terra cotta, che costituivano un primo lastricato; coprivano questo con uno strato di cemento grossolano, ma di buona qualità, di 2 o 3 centimetri di spessezza, e quindi di un intonaco di cemento più fino, sul quale essi stabilivano le lastre di marmo o i musaici che costituivano il suolo interno dell'edifizio. Questo sistema di lastricato era generalmente impiegato pe' bagni, ne' quali se ne traeva profitto per la circolazione dell'aria calda; si trova ancora applicato a' lastricati dei tempî, dove non si avea certamente altro scopo che di evitare l'umidità. Nelle abitazioni antiche il suolo delle stanze a pianterreno era composto di musaici, che per la loro natura erano poco accessibili all'umidità, e di più questi musaici eran posti sopra un letto di cemento.

(26) Nell'inverno potrebbe però quest'aria esser cagione di un freddo insopportabile, passando per le commessure delle lastre, che lasciano qualche uscita, ed anche quando essa non potesse penetrarvi (se s'impiegasse cioè il mezzo usato da' Romani e citato dall'autore nella nota precedente) il lastricato si raffredderebbe talmente che la temperatura ne diverrebbe incomoda.

L'autore dell'articolo non dice (almeno noi non l'abbiam compreso) s'esso respinge quest'aria esteriore nello appartamento o nello spiraglio del focolare, in questo ultimo caso, se si facesse passare per un apparecchio calorifero adattato al focolare, l'aria arriverebbe calda nell'appartamento; ma il raffreddamento del lastricato e la possibilità che penetri il vento deve fare adottare con riserva questo mezzo. (*N. del Sig. Jan.*)

(27) Gl'intonachi delle fosse che sono d'ordinario in malta idraulica o in cemento romano, sono lungi dall'essere impermeabili abbastanza per impedire il passaggio dell'umidità. Bisogna ben distinguere l'acqua nello stato liquido dall'acqua divisa nello stato di molecole, che costituisce l'umidità. Nel primo caso essa non agisce che per effetto della gravità, cioè dal alto al basso, ed anche orizzontalmente a cagione della sua mobilità. Nel secondo caso, essa agisce in tutti i sensi, anche dal basso in alto, per l'azione della capillarità, o per l'affinità delle sue molecole per quelle della materia da attraversare; esse vi si elevano tanto più quanto maggiore è questa affinità. Il solo limite della sua ascensione in un corpo permeabile è forse quando la potenza di evaporazione dell'aria ambiente fa equilibrio all'azione capillare.

Un semplice intonaco in cemento o in malta, sebbene abbia affinità per l'acqua, o anche un semplice tessuto, po ssono

(*) Varrebbe meglio che l'area di asfalto fosse posta tra due strati di smalto, questo sistema sarebbe specialmente di grande utilità pei magazzini di polvere. (*N. del Sig. Jan.*)

opporsi al suo passaggio nello stato liquido, ma non sappiamo nessun intonaco che possa opporsi all'acqua nello stato di molecole, cioè all'umidità. I metalli e le materie vetrificate compatte possono solo intercettare l'umidità per l'estrema piccolezza de' loro pori, sebbene abbiano affinità per l'acqua; ed i corpi grassi i bitumi le resine ec., sebbene porosi, sono impermeabili all'acqua in tutti i due stati, per la mancanza di affinità, o piuttosto per la loro ripulsione per questo liquido, la quale si oppone agli effetti della capillarità.

Noi abbiamo visto dello smalto che, sebbene molto duro, lasciava passar l'acqua come una spugna. Noi non pretendiamo perciò asserire che questo fatto sia generale, e dobbiamo inoltre aggiugnere che nella sua composizione, oltre alla calce idraulica, si trovava un poco di cemento.

Sintanto che lo smalto è ancora recente esso assorbisce l'acqua che tende ad attraversarlo e se l'assimila, è per ciò che esso si secca sotto l'acqua, ma non vi ha ragione perchè ciò duri eternamente, e dopo un certo numero di anni esso deve esserne saturato e noi dubitiamo che possa ancora assorbirne; esso lascerà quindi passare l'umidità pe' suoi pori allorchè sarà vecchio e non potrà più assimilarsela. (*N. del Sig. Jan.*)

(28) Il contromuro sottile sarà ben tosto addossato al muro per la spinta delle terre, alla quale non potrà resistere, ma ancorchè non lo fosse, se l'intervallo è molto piccolo e non è ventilato, sarà di poca utilità. Bisogna che il vuoto abbia una certa larghezza e che vi sia una corrente di aria; altrimenti l'aria eccessivamente caricata dall'umidità costante che vi perverrebbe, penetrerebbe ne' muri. L'intonaco bituminoso proposto dall'autore è ben da preferirsi, avendo cura però di saldarlo colla lamina di piombo posta fra' due filari a livello del suolo. È anche indispensabile che l'intonaco di bitume sia disteso tra due strati di smalto, specialmente nel piano sotterraneo, per impedire che non sia sollevato da qualche irruzione subitanea di acqua. Bisognerebbe pure che lo strato di bitume applicato sulla faccia del muro fosse coperto da un intonaco di malta, per impedire che a lungo andare i corpi duri ed angolosi contenuti nelle terre non giugnessero ad attraversare il bitume. Il procedimento di recente applicato a' pavimenti delle strade ci darà un giorno de' cantoni e delle pietre impermeabili per la costruzione della base de' muri. (*N. del Sig. Jan.*)

(29) In Inghilterra, dove si fabbrica in mattoni, si fa spesso uso di un simile contromuro isolato. In taluni casi si è applicato con successo, sulla superficie de' muri che si volevano guarentire, un rivestimento di mattoni durissimi bene intonacati con buon cemento. Noi aggiugneremo, che per arrestare l'umidità proveniente dal suolo gl' Inglesi hanno sostituito al piombo un letto di ardesia immersa in uno strato di malta: ma l'efficacia di questo mezzo è dubbiosa.

Del resto, le fondazioni ed i massi di smalto sono generalmente adottati in Inghilterra, come lo è pure l'applicazione di una lamina di piombo nella spessezza dei muri.

(30) I celebri giardini dell' Isola Bella sul Lago Maggiore sono in parte stabiliti su di un suolo artificiale, elevato per mezzo di costruzioni al di sopra del livello delle acque; ma in queste costruzioni destinate a sostenere delle terre nelle quali crescono degli alberi di alto fusto, si è avuto cura di fare degli scoli per l'acqua della pioggia, che senza questa precauzione, molto bene intesa, le avrebbe presto danneggiate. In queste costruzioni sotterranee si cammina liberamente.

(31) Molto meno costoso sarebbe un intonaco in bitume applicato sulla faccia del muro dal lato delle terre, ed un contromuro in pietre a secco, i vuoti del quale faciliterebbero la libera circolazione delle acque, che avvrebbero scolo per delle feritoie lasciate nel piede del muro di rivestimento. Bisognerebbe che il contromuro poggiasse per tutta la grossezza su di una risega della bassa fondazione, disposta in pendenza con un intonaco idraulico, che condurrebbe l'acqua nelle feritoie. La bassa fondazione sarebbe così guarentita dall'azione dell'acqua e la spinta delle terre sarebbe diminuita; poichè si sa che le terre e specialmente le marne, spingono maggiormente allorchè sono imbevute di acqua; un intonaco in malta tra il bitume ed il contromuro sarebbe necessario. Questo mezzo sarebbe più economico delle caverne a volta dell'Isola Bella o di Balilonia. (*N. del Sig. Jan.*)

(32) In tutti i luoghi dove l'acqua deve scorrere sopra il suolo e dove può infiltrarsi per le fessure che incontra, sarà necessario di usar molta cura nello stabilire i lastricati. Si otterrà un buon risultato usando i rivestimenti di asfalto, che permettono di evitare le commessure. Il problema di un pavimento senza commessure è uno dei più utili che l'industria abbia avuto a risolvere; se si considera l'influenza perniciosa del nostro clima su' lastricati esterni composti di molti pezzi, e che si ponga mente alle grandi superficie di asfalto, colle quali il suolo della piazza di Luigi XV è in parte coperto, non si può fare a meno di riconoscere i vantaggi che si possono sperare dall'applicazione del bitume, in sostituzione de' lastricati composti di pezzi più o meno grandi. L'asfalto naturale ed i prodotti bituminosi non potrebbero però applicarsi in que' luoghi che richiedono un certo lusso; ed è per supplire ad essi che si è fatto saggio di molte sostanze colorate e capaci di prestarsi alle esigenze dell'arte. Tali sono i pavimenti alla veneziana, i bitumi vegetali, ed altre composizioni, che hanno potuto essere adoperate con successo all'interno, ma che in generale, hanno avuta cattiva riuscita all'esterno.

(33) Negli opifici ne' quali si sviluppa molt'acqua allo stato di vapore, come le cartiere meccaniche, le tinto-

rie, i lavatoi da bucato ec., questo vapore si condensa su' muri e specialmente su' soffitti, donde ricade in gocciole d' acqua sugli operai, sulle macchine e su' prodotti, con danno notabile. In seguito i soffitti, se ve ne sono, l' assorbiscono, ed i travicelli del solaio marciscono ben presto. Sarebbe d' uopo che la parte superiore dell' opificio fosse sempre in forma di volta rialzata per quanto è possibile, o di piani inclinati, ricoperti di un intonaco ben levigato e per quanto si può impermeabile, o di lamine metalliche. Le volte o i piani inclinati andrebbero a terminare su di un' imposta o cordone scavato in forma di canale, rivestito di metallo o di un intonaco impermeabile, con tubi di scarico per le acque di condensazione. Queste invece di ricadere, come dicevamo, scorrerebbero da' due lati, seguendo l' inclinazione, e sarebbero ricevute da' canali che le condurrebbero fuori. (*N. del Sig. Jan.*)

(34) Lo zinco di una certa grossezza, il n°. 20 per esempio, è eccellente per terrazzi; ma è necessario che la dilatazione sia perfettamente libera. Noi abbiamo eseguiti de' terrazzi di 4 a 5 metri di larghezza, saldati in un sol pezzo, che hanno avuta ottima riuscita. Avendo fatto demolire l' antico edifizio de' bagni d' Enghien, vi abbiamo trovato de' rivestimenti di solai in zinco n°. 20 posti da venti anni ed ancora in buono stato. Nondimeno essi sostenevano de' serbatoi pieni d' acqua, ed anche dei fornelli in mattoni che si riscaldavano notte e giorno nella stagione opportuna. Questi pesi impedivano la dilatazione. Si gettava sul rivestimento tutto il carbone da bruciarsi, e vi si poggiavano o vi si facevano cadere ad ogni istante le pale e molti altri utensili; infine non si avea per esso maggior cura che per un lastricato. La temperatura vi era sempre molto elevata, e lo zinco vi era quasi sempre coperto dall' acqua, talora fredda, talora calda, che scorreva da' serbatoi. Queste acque hanno la proprietà di attaccare lo zinco più che il piombo. Malgrado ciò, non abbiamo dovuto farvi che rare riparazioni. Noi abbiamo tratto profitto dalla maggior parte di questo zinco, facendone de' rivestimenti di muri. Il piombo avrebbe resistito molto meno. I solai del nuovo edifizio sono rivestiti allo stesso modo, sono caricati molto più degli antichi, e la temperatura vi è di 40 gradi centigradi.

Noi crediamo che lo zinco potrà servire per magnifici terrazzi allorchè l' industria ci avrà fornite delle lamine di questo metallo grandi come quelle che si hanno di piombo, poichè ciò che più nuoce alle grandi superficie di zinco è la molliplicità delle saldature. Il più gran difetto dello zinco è la sua sonorità sotto il calpestio.

(35) Gl' intonachi bituminosi a nulla giovano sulle superficie flessibili come i solai; giacchè appena la parte oleosa del bitume si è evaporata, per l' azione del sole e dell' aria, esso perde tutta la sua elasticità e diviene talmente fragile, che il menomo movimento del legname, il menomo raccorciamento per effetto del freddo, lo fanno rompere. Abbiamo avuto occasione più di una volta di riconoscere coll' esperienza questa verità; dopo avere molto speso per riparazioni su vecchi terrazzi in bitume, siamo stati obbligati a rifarli, o meglio, a rimpiazzarli con tetti.

Di più, qualunque sia la specie di copertura di un terrazzo sopra legname, è indispensabile, come lo fa osservare l' autore di questo articolo di far circolar l' aria ne' vuoti fra' travicelli. Ciò si fa qualche volta ma, in generale, in modo vizioso. Se si appoggia l' area o il tavolato che deve reggere il terrazzo direttamente su' travicelli, la circolazione di aria diviene molto complicata, dappoichè, se il disotto de' travicelli è rivestito da un soffitto, si ha bisogno di un ventilatore a' due estremi di ciascuno spazio fra due di essi. (Non si fa d'ordinario che una sola apertura ad ogni estremità.)

Ma per quanto sia perfetta la ventilazione, e per quanto sia impermeabile la copertura del terrazzo, è raro che la faccia superiore de' travicelli in contatto coll' area non sia più o meno marcita, specialmente se l' area è in gesso. Questo inconveniente, che si attribuisce generalmente, ma spesso a torto, all' acqua che può attraversare i pori del piombo o del bitume, è cagionato dall' umidità dell' aria che trovasi rinchiusa nella grossezza del solaio, e che si condensa al disotto dell' area pel subitaneo raffreddamento dell' atmosfera. Inoltre i travicelli, le fibre de' quali sono diversamente disposte, risentono in modo diverso gli effetti delle variazioni atmosferiche, alzandosi od abbassandosi alternativamente, e facendo così rompere gl' intonachi bituminosi che han perduta la loro elasticità.

Si ovvia a questo inconveniente, e si rende facilissima la ventilazione, ponendo per traverso a' travicelli una serie di piane fermate con chiodi su ciascuno di essi. Si ottiene così un graticolato che riunisce fra loro i travicelli e neutralizza i loro movimenti in tutti i sensi. Il movimento dal basso all' alto delle piane è poco a temersi per la loro debole azione verticale; d' altronde, ritenute con chiodi su' travicelli e caricate dal peso dell' area, esse non possono fare movimenti significanti. Queste piane ricevono esse sole l' impressione dell' umidità dell' area superiore ma, essendo pezzi secondarî, il loro deterioramento mette poco a rischio la solidità del solaio. Gioverà, per maggior cautela, di coprire di catrame la loro faccia superiore prima di stendere la copertura.

In quanto alla ventilazione, si comprende che essa sarà facile a stabilire, per mezzo di una, o meglio, di più aperture a ciascuna estremità dell' edifizio, nel senso della lunghezza delle piane. I vuoti fra' travicelli saranno in comunicazione per mezzo de' vuoti fra le piane, e la corrente d' aria longitudinale percorrerà specialmente la regione delle piane, dove essa è più utile. (*N. del sig. Jan.*)

(36) Si vede un esempio di questo sistema nella cap-

pella del nuovo ospizio di Charenton. È anche nelle costruzioni di questo ospizio che, forse per la prima volta, si è avuto cura d'introdurre una lamina di piombo sotto tutti i muri (*). Ivi si è anche fatta una felice applicazione dell'asfalto.

(37) Disgraziatamente questo mezzo, molto costoso e che richiede molto spazio, non può essere usato che ne' grandi edifizî, come la Maddalena, dove noi lo abbiamo osservato; non si può neanche pensare ad applicarlo nelle costruzioni ordinarie. Ma se in queste si volesse evitare l'effetto, poco piacevole alla vista, de' tubi di discesa apparenti, e che si volesse incastrarli ne' muri, si potrebbe, onde essere interamente sicuri dalle infiltrazioni, usare il sistema seguente.

Se il muro fosse di pietra di taglio, si farebbe in ogni filare, prima di porlo in opera, un buco con un diametro eccedente per 4 o 5 centimetri circa la grossezza del tubo di ferro fuso; si situerebbe il tubo nel centro del buco stesso, e si farebbe scorrere nel vuoto anulare del bitume grasso ben caldo, a misura che si porrebbe in opera un filare, avendo cura di non lasciar cadere gesso, malta o polvere, nel vuoto. Si avrebbe così un doppio tubo impermeabile. Il bitume intercetterebbe le infiltrazioni, e, purchè il tubo fosse dritto per tutta la sua lunghezza e munito al basso di un gomito ben rotondo, sarebbe facile di rimuovere ogni ingombramento.

Se il tubo dovesse esser posto in un muro in fabbrica ordinaria, in mattoni, od altri materiali di piccole dimensioni, esso dovrebbe esser rivestito prima di bitume e poi messo nella fabbrica, avendo cura di fare una specie di nodo su di ogni unione. (*N. del Sig. Jan.*)

(38) Noi crediamo che sarebbe meglio di lasciare i tubi apparenti, facendone oggetti di ornamento, invece di nasconderli ne' muri. Noi diciamo anzi che così deve farsi logicamente. (*N. del Sig. A. de Calonne.*)

(39) I rivestimenti impermeabili applicati sulle due facce di un muro sono più perniciosi di quanto si crede. Essi possono far salire l'umidità dal pian terreno al primo piano, togliendole ogni mezzo di evaporarsi coll'azione dell'aria; noi abbiamo osservato ciò più di una volta. De' rivestimenti di zinco elevati ad una altezza maggiore di quella alla quale giugneva l'umidità apparente, furono sorpassati. Si rialzarono più volte e furono sempre sorpassati in ogni inverno. Noi facemmo, pochi anni sono, ricostruire dal basso un vecchio muro di tramezzo, per un'altezza non maggiore di un metro al disopra del suolo. Questa ricostruzione fu fatta in travertino con malta idraulica. Si fu obbligato di riporre uno zoccolo di un'altezza che copriva le due facce del muro ricostruito, prima che questo fosse interamente secco; dopo qualche mese, l'umidità, così rinchiusa, salì sino al soffitto alto per più di due metri al disopra della parte ricostrutta. Da quel tempo è stato impossibile di fare sparire le macchie dell'umidità dalla cornice. Il vecchio muro era imbevuto di salnitro, e tutto ci fa temere che gli appoggi de' travicelli del primo solaio marciscano. (*N. del Sig. Jan.*)

(40) Con una disposizione analoga gli antichi rendevano sane le stanze destinate a' bagni; non solo questo genere di rivestimento isolato le guarentiva dalla umidità e dal freddo, ma esso permetteva inoltre di far circolare il calore dietro le pareti delle sale, come abbiamo già visto che si faceva circolare sotto i lastricati. Dagli antichi si fabbricavano de' mattoni di terra cotta che, per le loro dimensioni e per la poca spessezza, si prestavano meglio a questo genere di rivestimento. Si comprende, in fatti, che questi tramezzi hanno sempre l'inconveniente di diminuire l'estensione delle stanze, sarebbe quindi un vantaggio che essi fossero al possibile sottili, e ciò si otterrebbe fabbricando delle lastre destinate specialmente a quest'uso; ma, in ogni caso, la terra cotta è la materia che ci sembra più opportuna allo scopo.

(41) Gli zoccoli di legno non sono altro che de' tramezzi isolati analoghi a quelli che noi proponiamo, ed è ben certo, che rivestendo di uno zoccolo in parte o in tutto, se è necessario, una stanza che ha muri umidi, si fa molto per guarentirsi dall'umidità; ciò non di meno si potrà ancora temerne gli effetti se non si stabilisce dietro questo zoccolo una circolazione di aria capace di diminuirne la causa primitiva, e di assicurare la conservazione del legname, che dovrà inoltre essere incatramato.

(42) Qui cade in acconcio di osservare che gl'intonachi fatti con malta di sabbia e calce idraulica e levigati colla cazzuola, che sono eccellenti per resistere all'umidità, non sono proprî a ricevere la pittura ad olio, che non può aderirvi e si scompone.

(43) A Londra si è giunto a rendere sani ed abitabili non solo i piani terreni, ma anche i piani posti ad un livello inferiore al suolo delle strade. Questi piani sono guarentiti dall'umidità del suolo per mezzo di uno spazio vuoto e largo abbastanza che favorisce la circolazione dell'aria; di più la grande larghezza delle strade e la poca altezza delle case permettono al sole di penetrare anche in questa parte inferiore delle abitazioni, nella quale per altro non si dorme; e siccome l'esposizione della facciata varia, si ha cura di lasciare nella parte posteriore uno spazio molto vasto, piantato d'ordinario a giardino, sul quale si aprono le finestre del lato opposto alla strada. Questo piano non ha quindi nessuno degli inconvenienti di un piano sotterraneo, e presenta d'altra parte il vantaggio di permettere alle acque che servono agli usi domestici, di immettersi direttamente nelle cloache senza percorrere, come a Parigi, il suolo della via pubblica: in quanto all'umidità, tutte le precauzioni sono

(*) Abbiam letto in qualche luogo che questo metodo era conosciuto da' Romani. (*N. del Sig. Jan.*)

prese per guarentirsene, e queste precauzioni, intorno alle quali abbiamo presi ragguagli sopra i luoghi, sono in tutto analoghe a quelle che abbiamo riunite in questa istruzione. (V. fig. 2. tav. V.)

(44) Non si può dubitare che il modo seguito nelle pitture di Pompei, che non erano se non semplici decorazioni, non sia stato lo stesso di quello usato per le pitture storiche e monumentali delle quali parlano gli antichi autori.

(45) Si può di già osservare questo effetto nelle pitture eseguite in talune parti della chiesa di Notre-Dame-de-Lorette. Ciò che abbiamo detto in riguardo a' muri può anche applicarsi alle pitture delle volte in pietra, in quanto alla difficoltà di applicarvi un intonaco ed all' apparenza delle commessure.

(46) Il *Giudizio finale*, eseguito a Monaco dal sig. Cornelius, è stato dipinto a fresco su di un contromuro di mattoni isolato dal muro esterno, al quale è stato congiunto solo ad intervalli, per assicurarne la solidità. La copia del *Giudizio* di Michelangelo, eseguita da Sigalon, è stata situata alla Scuola di Belle Arti colle più grandi precauzioni: questa copia, che è in tela, è interamente isolata da dietro, e due piani di solai la rendono accessibile per tutta l' altezza. Noi crediamo dunque, che si è troppo presto proscritta la pittura a fresco, e l' argomento così spesso addotto, che essa non può resistere nel nostro clima, ci sembra senza alcun fondamento; niente sarebbe più facile che giugnere ad eseguire de' dipinti a fresco durabili come quelli d' Italia, purchè si usassero le necessarie precauzioni.

(47) Nel disegno originale havvi un errore che noi abbiamo riprodotto scrupolosamente, indicando però con linee punteggiate la vera costruzione, come vedesi a Londra, e come deve essere. In fatti, se le acque fossero portate da un condotto che sboccasse nella parte inferiore della cloaca, come si vede nel disegno, accaderebbe spesso che queste acque, invece di avere scolo, rifluirebbero nella cucina; di più in tempo di pioggia, l' acqua delle cloache, che si eleva spesso sino alla volta, inonderebbe infallibilmente il piano inferiore della casa, il suolo del quale è in questo caso quasi allo stesso livello di quello della cloaca. Il condotto delle acque della cucina deve scaricarsi nella cloaca dall' alto, come lo indicano le linee punteggiate dalla fig. 2 tav. V. (*N. del Sig. Daly.*)

(48) Noi abbiamo arrecato alle disposizioni della fig. 12 tav. IV talune modificazioni, che sono indicate nella fig. 4 tav. V, pei motivi espressi nella nota (17). A, corpo del muro in pietra; B, lamina di piombo posta al disopra della modanatura dello zoccolo, invece di essere al disotto; C, lastricato; D, rivestimento di marmo attaccato al muro; E, strato di bitume posto tra due strati di smalto e saldato esattamente all' orlo della lamina di piombo; F, zoccolo in pietra dura e compatta, di un solo filare di 0^{m}.70 di spessezza almeno, perchè lo spruzzo dell' acqua di pioggia non possa superarlo; G, intonaco di asfalto innestato in una scanalatura fatta sotto la banchina H, e messo sopra smalto.

Nella fig. 15 tav. IV è indispensabile di prolungare la lamina di piombo o l'intonaco in bitume F sino alla faccia del contromuro B, e di ricoprir questa con un intonaco anche in bitume saldato allo strato orizzontale B, e che si prolunghi sino al filare sporgente; altrimenti l' umidità entrerebbe tra l' orlo dello strato di bitume F e la faccia del contromuro B, più in tutta l' altezza della faccia verticale di questo contromuro; dappoichè se il contromuro B è impermeabile, bisogna fare l' intero muro della stessa materia e sopprimere la lamina di piombo F, che sarebbe superflua; se al contrario non è impermeabile, come ne siamo sicuri, bisogna assolutamente estendere il preservativo da per tutto dove l' umidità può passare.

Fig. 16, tav. IV. Si metterebbe uno strato di bitume tra il muro ed il paramento in mattoni H, per tutta l'altezza, avendo cura di saldare in seguito questo intonaco allo strato F. Gioverebbe ancora d' intonacare la parte inferiore del filare sporgente, perchè l' umidità non potesse risalire per quella via. Nelle fig. 15 e 16, bisognerebbe che il disotto delle piane giugnesse al livello della lamina di piombo G, come nella fig. 11.

Fig. 17. La volta sotterranea A sarà ricoperta da una cappa in bitume, che si attaccherà collo strato di bitume o colla lamina di piombo che noi proponiamo di far passare sotto il prossimo muro di faccia. Sarebbe anche meglio che il bitume del muro si prolungasse sino all'intradosso della volta A, seguendo una commessura fra due ordini di cunei. Questo strato di bitume nella commessura intercetterebbe l' umidità, che potrebbe infiltrarsi nella spessezza della volta per mezzo delle terre addossate al muro. E se si volesse rendere il passaggio a volta, A, perfettamente sano, bisognerebbe che la cappa della volta si prolungasse su tutta la faccia esterna del muro addossato al terrapieno, ed attraversasse anche la spessezza del muro alla sua base.

La fig. 4 tav. V è, come l'abbiamo detto di sopra, una modificazione della fig. 12 tav. IV. (*N. del Sig. Jan.*)

Complemento delle annotazioni del Sig. Janniard.

Non crediamo avere insistito abbastanza, come ha fatto l' autore dell'importante articolo che abbiamo annotato, sulla necessità di prendere tutte le precauzioni possibili onde guarentire gli edifizî in costruzione dall' invasione dell' umidità. Noi dimandiamo ciò, non solo dell' interesse della salute degli uomini e per la conservazione degli oggetti di loro uso, ma anche per la conservazione di talune parti degli edifizî medesimi. Noi citeremo come esempî i lastricati di marmo del museo di Antichità al Lou-

vre, che sono degradati per l' umidità, e che non pertanto non sono che della fine dell' Impero. Il bel musaico che circonda la Melpomene colossale, si rigonfia da ogni parte, ed è minacciato di prossima distruzione, sebbene non esista da più di trent' anni. Che si paragoni a quelli che ci han lasciato i Romani da tanti secoli, e che si trovano ancora in buonissimo stato sotto il suolo delle nostre campagne! Non v'ha dubbio che quello del Museo siasi degradato per effetto dell' umidità del suolo, concentrata dall'olio col quale si lustra la superficie del musaico e che si oppone alla evaporazione; forse anche esso è posto in gesso. Noi conosciamo il gusto de' moderni per qnesto detestabile cemento.

Noi diremo, in conchiusione, che bisogna tagliare il male alla radice. Tutti i rivestimenti applicati posteriormente non fanno che cambiarlo di sito, e sono de' palliativi e non de' rimedî.

Se, per economia, non si volesse mettere del piombo o del bitume che solo ne' muri, ecco in qual modo noi proporremmo di stabilirlo, appoggiati sulla nostra esperienza.

Nei piani terreni nei quali debbono farsi de' pavimenti di mattoni o di lastre di pietra sopra terrapieni o volte di cantine, lo strato di bitume deve esser messo ne'muri per due o tre centimetri al disotto della parte inferiore del lastricato. Se si ponesse molto più basso, l' umidità potrebbe penetrare orizzontalmente dal terrapieno nella spessezza della parte di muro compresa tra lo strato di bitume ed il piano del lastricato, e risalire in seguito verticalmente, a meno che non si ricoprisse d' un intonaco impermeabile questa parte di muro.

Se, al contrario, lo strato di bitume o la lamina di piombo si ponesse in un piano più alto del lastricato, l' umidità del suolo, arrestata nel suo cammino ascendente da quello strato, si spanderebbe lateralmente, e si comunicherebbe negli appartamenti per tutta l' altezza della parte compresa fra il lastricato e lo strato medesimo.

Noi abbiamo osservato un fenomeno che conferma le nostre conghietture.

In una casa di campagna nella quale abbiamo applicato il bitume nella sola spessezza de' muri, a livello del suolo del pianterreno, trovasi una cantinetta il lastricato della quale è per $0^{m}.50$ più basso del suolo del pianterreno, e per conseguenza dello strato di bitume. La parte inferiore de' muri, costrutta in travertino e cemento di calce idraulica, avea ricevuto, dal pavimento sino a $0^{m}.30$ al disopra dello strato di bitume, un intonaco in malta di calce e cemento di mattoni. L' intonaco era fatto da quattro o cinque mesi, allorchè una forte gelata, essendo penetrata nella cantinetta, lo distrusse per tutta la parte compresa fra la parte inferiore dello strato di bitume ed il pavimento. La scomposizione del cemento era più completa a misura che si accostava allo strato di bitume, però tutta la parte dell' intonaco al disopra di esso rimase perfettamente intatta, e la linea di separazione secondo questo strato era ben distinta.

Questo fenomeno può essere attribuito all' azione dell' umidità proveniente dal suolo, che avendo impedito di seccarsi al cemento nella parte del muro al disotto dello strato di bitume, avea agevolato l' azione della gelata, mentre che l' intonaco che oltrepassava quello strato, essendo guarentito dall' umidità del suolo, era secco abbastanza per non temerne gli effetti.

Lo stato di scomposizione più completo del cemento in vicinanza dello strato di bitume, può spiegarsi in due modi: o perchè questa parte più danneggiata, trovandosi a maggior distanza dal suolo, considerato come serbatoio di calore relativo, durante i grandi freddi, abbia potuto essere perciò attaccata più fortemente dalla gelata; o perchè, come ci sembra probabile, le colonne umide arrivando verticalmente dal suolo ed orizzontalmente dal terrapieno, cioè con due direzioni perpendicolari fra loro (giacchè il terrapieno sull'altra faccia del muro giugneva sino al bitume), abbiamo presa una direzione diagonale come le correnti di due fiumi confluenti, e si sieno mostrate in abbondanza nell'angolo formato dalla faccia verticale del muro della cantinetta e dallo strato orizzontale di bitume.

Per assicurarci della realtà di queste conghietture, abbiamo fatta l' esperienza seguente, che ci è sembrata abbastanza importante per meritare di esser qui descritta.

A B C D (fig. 5, tav. V) rappresenta un parallelepipedo di gesso da modellare, di $0^{m}.12$ per $0^{m}.10$ di sezione, ed alto $0^{m}.40$, visto da una delle sue facce laterali.

Esso è diviso nell' altezza in quattro parti, o piani, per mezzo di quattro lamine orizzontali di piombo, la prima delle quali E F, situata per $0^{m}.12$ al disopra della base C D, occupa tutta la sezione eccetto uno spazio in E, di $0^{m}.02$ di larghezza per tutta la profondità. La seconda lamina G H, è situata per $0^{m}.10$ al disopra della prima, e disposta al modo stesso, eccetto che la interruzione H è situata dal lato opposto. La terza, I J, e la quarta, K L, sono situate nello stesso piano e separate da un intervallo di $0^{m}.02$ di larghezza.

Il solido di gesso, così preparato, fu situato in piedi in una cassa di zinco M N O P Q R, divisa nella sua lunghezza in due sezioni; la prima R M N non aveva che $0^{m}.02$ di profondità, mentre l' altra, O P Q R, s' innalzava sino al livello della prima lamina di piombo, a $0^{m}.12$ al disopra del fondo.

Con questa disposizione, una delle facce del solido di gesso formava una delle quattro pareti verticali del compartimento O P Q R, e per intercettare ogni comunicazione tra le due parti della cassa, la commessura tra il solido e le pareti erasi lutata con argilla.

Ciascun compartimento fu riempiuto di acqua sino agli orli. Con questa disposizione il solido in gesso dovea rappresentare una parte di muro posta su di un suolo umido, ed appoggiata con una delle sue facce a delle terre umide.

Noi indicheremo ora il cammino seguito dalla infiltrazione dell'acqua da' due lati nel solido.

L' umidità penetrò nel gesso con due direzioni perpendicolari fra loro. L' acqua della parte più bassa si elevava verticalmente, e quella della parte più alta camminava orizzontalmente, seguendo la faccia inferiore della lamina di piombo, come lo mostrano le frecce nella figura. Il profilo delle due colonne umide formava dapprima uno squadro ad angolo rientrante, molto vivo. A poco a poco l' angolo si rotondò e finì col formare un quarto di cerchio abbastanza regolare. Questo rotondamento indica l' azione di una corrente diagonale, risultante dalla riunione delle due correnti perpendicolari. Questa corrente aveva una velocità maggiore (contro alle leggi della meccanica), perchè componevasi dalla riunione delle due correnti perpendicolari, che le fornivano una quantità di umido più considerabile, che invadeva più rapidamente i pori del solido.

La velocità della corrente orizzontale che partiva dal serbatoio più alto era sensibilmente maggiore di quella della corrente ascendente. (La differenza media era come 32 a 27.) Questa differenza proveniva dall' essere il movimento di ciascuna colonna sottoposto a due potenze differenti. La velocità de' fili d' acqua della colonna orizzontale risultava dalla pressione laterale del liquido contenuto del serbatoio superiore, aggiunta all' azione capillare, mentre la velocità de' fili della colonna ascendente proveniva, dell' attrazione capillare indebolita dalla gravità, che tendeva a far discendere le molecole di acqua.

D' altra parte, il cammino relativo delle due colonne, rapidissimo ne' primi istanti, si rallentò sensibilmente dopo un quarto d' ora, e poi seguì una progressione crescente secondo che il fronte di ciascuna colonna diminuiva, o altrimenti, secondo che i lati dell' angolo formato dalle loro direzioni decrescevano. Si può attribuire questo fenomeno direttamente a questo stesso decrescimento, poichè, secondo che il fronte di ciascuna colonna diminuiva, il volume di ciascuna parte di data spessezza diminuiva egualmente, e potendo esser sempre la stessa la quantità d' acqua fornita da' serbatoi, la velocità de' fili d' acqua doveva aumentare in ragione inversa. Eravi convergenza tra le due colonne d' acqua che invadevano il solido.

Appena la colonna orizzontale fu giunta all' estremità E della lamina di piombo, l' umidità sino allora trattenuta dalla faccia inferiore di questa lamina, si sospinse nello spazio rimasto dalla interruzione dell' ostacolo, ed il profilo della sezione umida, che prima era un arco di cerchio concavo, prese una doppia curvatura in forma di S che ben presto si cambiò in una curva unica convessa.

Da questo momento l'umidità seguitò ad estendersi formando una specie di quadranti di cerchi concentrici, che aveano il centro tra il mezzo dall' interruzione della lamina di piombo E F e l' orlo di quest' ultima. Questi quadranti si appoggiavano dal basso sul dorso della lamina di piombo e dall' alto alla costola del pilastro di gesso.

La progressione decresceva per la ragione inversa delle cagioni che la facevano crescere nella sezione inferiore. Secondo che lo sviluppo delle zone invase dall' umidità aumentava, la loro larghezza diminuiva in un dato tempo, ma questa larghezza si accrebbe leggermente appena la curva toccò dall' alto la faccia inferiore della lamina di piombo G H, e dal basso la costola verticale del solido di gesso. Da convessa che era, la curva prese una tripla curvatura per la inflessione delle estremità, e formò poi una sola linea concava. Infine l'umidità passò per lo spazio lasciato dalla lamina di piombo G H, quasi nel modo stesso come avea fatto per quello della lamina E F. Essa seguì poscia un cammino analogo a qnello che avea tenuto nel partire da E, finchè avendo raggiunto l' intervallo J K, una parte de'fili d' acqua vi si intromise, mentre che il resto si diresse verso i punti I e G.

La colonna che passò per I K descrisse allora delle curve concentriche, poco più aperte di un semicerchio, e che aveano il centro ad un quarto della distanza J K dal lato di K. Noi crediamo che queste curve sarebbero state de' semicerchi perfetti se l' intervallo J K fosse stato strettissimo, poichè la differenza fra il semidiametro e la freccia di una delle curve medie era piccolissima. Essendo quì l'attrazione capillare la sola causa del movimento, la regolarità di questo non poteva esser turbata che per la mancanza di omogenità del solido.

Noi abbiamo indicato con linee curve leggerissime i contorni della sezione trasversale delle colonne umide, misurate ad intervalli eguali di tempo (*), e con frecce la direzione del loro cammino.

La velocità fu talvolta crescente talvolta decrescente, secondo che lo sviluppo del fronte delle colonne umide diminuiva o cresceva. Ma la velocità media fu costantemente decrescente, secondo che l' acqua si elevava. Non fu che dopo cinquant' ore che l' acqua raggiunse la sommità del solido di gesso. L' altezza di questo essendo di $0^{m}. 40$, la velocità media verticale fu quindi di $0^{m}. 008$ ad ora; ma i diaframmi in piombo allungarono di molto la distanza reale percorsa, che noi trovammo esser $0^{m}. 50$ secondo le diagonali; il cammino effettivo e medio fu dunque di $0^{m}. 01$ ad ora.

(*) Nel piano inferiore le zone umide di forma angolare sono state invase in periodi di un quarto d'ora, e le zone curve degli altri tre piani in periodi di un'ora.

L'acqua assorbita fu circa i $^3/_8$ del solido di gesso. Noi avremmo voluto misurare la diminuzione relativa di acqua in ciascun serbatoio, ma l'argilla che lutava le commessure lasciava passare delle infiltrazioni da un serbatoio all'altro, dovemmo quindi rinunziare a questa misura. L'umidità seguiva un cammino analogo sulla faccia opposta a quella rappresentata nella figura; ma la velocità vi era minore, e perciò il solido di rotazione descritto dalle zone umide invece di essere una porzione di cilindro era una porzione di cono.

Noi crediamo che questa mancanza di parallelismo nel cammino dell'umidità debba attribuirsi piuttosto all'essere uno de' lati meno asciutto, anzi che a differenza di densità nella massa del gesso. Dopo l'esperienza, il prisma di gesso si trovò crivellato di piccoli buchi, abbastanza profondi, sulla faccia in contatto col serbatoio più alto, mentre che la base immersa nel serbatoio inferiore si trovava intatta. Noi siamo indotti a conchiudere da ciò, che appena l'umidità era passata dal piano inferiore del solido a quello di sopra, il serbatoio laterale forniva solo, o quasi solo, tutta l'acqua assorbita dal rimanente della massa. I numerosi buchi erano evidentemente fatti dal passaggio de' fili d'acqua, che infiltrandosi nel gesso ne scioglievano le molecole. La cattiva qualità del luto non ci permise di verificare questa conghiettura, misurando la diminuzione relativa dell'acqua ne' due serbatoi.

Da questa esperienza noi conchiuderemo: 1°. che l'umidità, come il calorico, penetra i corpi in tutte le direzioni; e che qualunque sia la forma primitiva del generatore, se la sezione di questo è più piccola dello spazio da invadere, essa descrive sempre a lungo andare un solido di rotazione, supponendo però una perfettta omogeneità tra le parti del corpo sottoposto all'esperimento.

2°. Che l'umidità di un terrapieno penetra più presto, ad intensità eguale, nel corpo di un muro, che quella del suolo di fondazione. Ed aggiugniamo, per induzione, ch'essa cammina ancor più presto dall'alto al basso che nel senso orizzontale.

3°. Che per impedire all'umidità di salire ne' muri, è indispensabile che lo strato di bitume o la lamina di piombo, situata tra due filari, attraversi l'intera spessezza della massa del muro ed anche l'intonaco, se ve n'è, rischiandosi al contrario di vedere l'umidità elevarsi nella spessezza di questo intonaco, come si è elevato in E ed in H; e che ogni fenditura o interruzione come J K la lascerà passare nel corpo del muro.

4°. Che sempre che si voglia render sano un piano addossato ad un terrapieno, bisognerà che la faccia del muro dal lato delle terre sia rivestita di una copertura impermeabile, o che essa sia perfettamente isolata.

Noi diamo i risultati di questa esperienza *in miniatura* e fatta in fretta, solo per quel ch'essi valgono. Noi l'abbiamo eseguita soltanto per assicurarci della validità delle nostre conghietture. Bisognerebbe che essa fosse ripetuta in grande sulla maggior parte delle materie che entrano nella composizione degli edifizî, come malte, cementi, smalti, gesso, pietre dure e tenere, fabbrica di massi, di mattoni, di travertino, eseguita con malta con gesso ec. disposte in un edifizio costrutto espressamente, colle quattro facce rivolte a' punti cardinali, e nel quale si fosse cercato di riunire la maggior parte de'casi posibili. Bisognerebbe, in molte circostanze, servirsi dell'igrometro, del barometro e del termometro. Bisognerebbe applicare almeno un anno intero in osservazione assidua, e spendere molto danaro; solo un'amministrazione potrebbe assumere questo incarico.

È necessario nel porre le soglie di fare dapprima un incavo di sufficiente profondità in ogni apertura di porta, e di rivestire questo incavo di bitume sul fondo e su' lati. La prima volta che applicammo il bitume nella base de' muri avevamo dimenticata questa precauzione; gli operai tagliarono il bitume nel porre le soglie, e l'umidità si elevò in tutte le porte, ed ivi soltanto.

La figura 6, tav. V, mostra il modo di applicare il bitume in diversi casi. La parte a sinistra rappresenta la sezione di un edifizio le cantine del quale sono esposte alle inondazioni e si vogliono rendere perfettamente sane.

La fondazione è stabilita su di un masso generale di smalto A, alto almeno un metro sotto i muri, e ridotto a minore altezza sotto il suolo delle cantine. Questa diminuzione di altezza progressiva darà al masso la forma di una volta rovescia estradossata di livello. Su questo masso ben disposto si stabilirà uno strato di bitume B, le unioni del quale si copriranno con bitume ben caldo, o meglio con un secondo strato generale, che copra esattamente le commessure del primo.

Quando il muro C sarà elevato sullo strato di bitume, si coprirà la sua faccia esterna di un intonaco della stessa materia perfettamente saldato collo strato B, e protetto da un contromuro D, in mattoni messi in opera anche con bitume. L'intonaco si prolungherà sotto la faccia inferiore della pietra sporgente E, perchè l'umidità non possa giugnere sin là. Lo strato di bitume del suolo delle cantine sarà coperto da un masso di smalto F, colla faccia superiore di livello, che avrà la minima spessezza, presso i muri o piedritti delle volte, di $0^m.20$. Questo secondo masso di smalto servirà a guarentire lo strato di bitume da ogni urto, e specialmente a mantenerlo contro la pressione ascendente dell'acqua durante l'inondazione. Da questa destinazione si scorge perchè debba darsi maggiore altezza allo smalto superiore nel mezzo della cantina che ne' lati.

Se le cantine fossero molto profonde e l'inondazione si elevasse di molto (per 3 o 4 metri sopra il suolo, per esempio), bisognerebbe portare la spessezza del masso di smalto A ad $1^m.50$ ed anche al di là, se la distanza tra' muri fosse considerabile.

Sebbene il metodo proposto per le cantine debba distruggere o almeno diminuire in modo notabile le cause dell' umidità ne' piani terreni, noi proponiamo nondimeno di situare una lamina di piombo G nella spessezza dei muri, e di coprire l' intero suolo di uno strato di bitume come lo abbiamo indicato nella fig. 4.

La parte a destra della fig. 6 rappresenta il sotterraneo di una casa di città ordinaria, che si vuol rendere sano per porvi un caffè, un osteria o un magazzino. Lo strato di bitume posto sotto il suolo tra due massi di smalto attraversa tutta la spessezza del muro e si prolunga sulla faccia esterna di esso, dove è protetto da un contromuro di mattoni in coltello, il quale s' innesta in una scanalatura scavata nel filare sporgente a livello del suolo. Questa scanalatura sarà riempiuta di bitume nel porre in opera la pietra. Il suolo del pianterreno è disposto come quello della parte a sinistra della figura, e riceve un tavolato le piane del quale poggiano su di uno strato generale di malta.



PONTI TUBULARI

DI

Britannia e Conway.

(Continuazione e fine, vedi pag. 20)

» La lettera seguente fu diretta al sig. Stephenson mentre si eseguivano gli esperimenti su' tubi cilindrici, ed in essa trattasi di una forma di tubi che corrispondeva in certo modo alle sue vedute, ma che a me pareva da preferirsi anche alla forma di un tubo sorretto da catene. Il sig. Stephenson avea concepita l' idea, che io allora divideva con lui sino ad un certo punto, che la parte superiore del tubo dovesse esser sottoposta ad uno sforzo di tensione come la inferiore, di modo che la sua forza, sebbene esso fosse una costruzione rigida, non dovesse consistere, come quella di una trave nella sua resistenza alla tensione da un lato ed alla compressione dall' altro, ma interamente nella resistenza alla tensione come nelle costruzioni flessibili. Sotto questo aspetto si era creduto dover dare al tubo una forma simile in certo modo ad una catenaria, con un fondo e con laterali rigidi. »

» Manifattura di Milwall, 31 maggio 1845. — Mio » caro signore, — Io ho creduto che il ponte di lamine » potesse esser reso molto più forte adottando un' altra » forma di costruzione, e che con una giudiziosa dispo» sizione potesse farsi il tutto con una sola luce di 450 » piedi, in modo da renderlo indipendente nella costru» zione della propria piattaforma o impalcatura. Dacchè » vi lasciai ho esaminato questo soggetto con la massima » attenzione e dopo ripetuto esame sono indotto a sotto» porre rispettosamente alla vostra considerazione il se» guente schizzo superficiale. »

» Nel porre in contrasto le forze di tensione e di com» pressione, io trovo che noi dobbiamo riporre la nostra » fiducia soltanto in quelle che resistono allo stiramen» to, e giovarci di quelle di compressione col solo scopo » di rendere rigido il sistema. A tale oggetto io pro» porrei che l' intiera parte superiore del tubo di ferro, » o *tunnel*, sostenesse il peso, e perciò io propenderei » per la sezione rappresentata nella figura 8 (tav. V). Le » parti *a a* avrebbero 18 piedi di larghezza, 3 piedi di » altezza nel mezzo e 2 piedi e 4 pollici a ciascun e» stremo. I laterali, *b b*, sarebbero formati di lamine di » 5/16 (o un quarto di pollice) con telai interni di ferro » in forma di T, normali alla curvatura delle lamine di » sospensione come si vede ne' lati A, A, A, fig. 7. (b). Il » fondo sarebbe formato come nel primo progetto con una » piattaforma permanente e con rotaie nel modo indicato » nelle sezioni in *c c*. I laterali, *b b*, in questo caso discen» derebbero un poco al disotto delle curve per rendere » il tutto alquanto simmetrico. Ora, se esaminiamo le » proprietà di questa costruzione, troveremo che il ma» teriale così distribuito può sostenere nella sezione su» periore (calcolando a sole 20 tonnellate per pollice qua» drato) uno sforzo di tensione di 4 600 tonnellate; e, » se ne togliamo un terzo per le unioni ribadite, avremo » ancora più di 3 000 tonnellate per la forza di sospen» sione, indipendentemente da' laterali e dal fondo, che, » se fossero fatti di grosse lamine, darebbero una resi» stenza di più di 4 000 tonnellate. In questo schizzo fatto » in fretta non sono entrato nella quistione de' pesi, ma » con un calcolo superficiale io credo che un tubo di » 500 piedi peserebbe circa 500 tonnellate, il che darebbe » 3 000 tonnellate per due linee di 1 500 piedi ciascuna. » Queste idee non hanno relazione cogli esperimenti ora » in progresso, ma io sarei lieto di conoscere la vostra opi» nione per guidarmi nel futuro sviluppo de' principî » de' quali non si ha finora una perfetta cognizione. » Sono ec.

W. Fairbairn »

« Al sig. R. Stephenson Ingegnere Civile. »

» Sin dal cominciamento delle ricerche i mezzi che doveano porsi in opera per innalzare e situare una così gran

(b) L' originale dice « *The sides, b b, to be composed of 5/16 (or quarter inch patent) plates, with internal* T *frames, radiating from the upper curvature of the suspending plates, as shown on the sides* A, A, A, *etc.* »

mole al disopra di una larga e rapida corrente avean dato campo a profonde riflessioni; questo punto sembrava invero circondato da impedimenti non facili a superarsi. Probabilmente non era essenziale di discutere questa quistione prima di essersi assicurati della possibilità di porre in pratica l' idea e prima che le dimensioni e la forma del tubo fossero fissati, ma ciò era non pertanto soggetto di preoccupazione, e numerosi espedienti eransi presentati ed erano stati discussi prima che i mezzi ora adoperati fossero appieno fissati. Le mie prime idee furono espresse al sig. Stephenson ne' seguenti termini. »

» Manchester, 3 giugno 1845. — Mio caro signore, — » La mia mente è stata interamente occupata dal sog- » getto del ponte di Menai. Qualunque sia il principio » secondo il quale esso sarà costrutto non dovrà esservi » difficoltà nè spesa considerabile per la sua erezione. Se » per esempio le pile fossero costrutte e tutti i tubi ri- » baditi per sezioni, noi potremmo cominciare a porli in » opera fissando le parti centrali sulle selle (*saddles*) » delle pile ; ciò fatto poi procederemmo in ambedue le » direzioni , fissando le parti per sezioni, e mantenendo » l' equilibrio nel peso da' due lati finchè s'incontrassero » nel mezzo , nel modo indicato dalla figura 9. »

» Con questo sistema le parti sarebbero sempre in e- » quilibrio sul mezzo delle pile , come in A, A; e per » mezzo di due grue mobili e di un palco di servizio , » come B, B, e C, C, potremmo progredire con sezioni » di 10 piedi per volta, finchè esse s' incontrassero in X, » dove le ultime due sarebbero unite nel solito modo con » ribaditure. Con questo mezzo io credo che ogni diffi- » coltà per la erezione svanirebbe, e purchè le parti fos- » sero bene unite da principio , potremmo portare una » simile costruzione a traverso di stretti o passaggi di e- » stensione anche maggiore di quella dello stretto di Me- » nai. Sentirò con piacere la vostra opinione su queste » ed altre materie espresse nella mia precedente lettera » rimanendo ec.

W. Fairbairn. »

« Al sig. R. Stephenson Esquire Ing. Civ. »

» Questa lettera proponeva un sistema di costruzione destinato ad evitare, se fosse stato possibile, i pericoli e le difficoltà che doveano incontrarsi nel muovere ed innalzare un peso così enorme ad un' altezza di 100 o 120 piedi, e di fissarlo quindi con sicurezza sulle pile. Dopo matura considerazione, sembrò quasi impossibile di sostener l' equilibrio di una massa così grande, su di una pila come fulcro, e nel tempo stesso mantenere i due estremi in una esatta linea (per riguardo alla posizione orizzontale e laterale) in modo da farli incontrar nel mezzo. Questa idea fu perciò abbandonata e ne fu sostituita un'altra di più facile esecuzione. Prima del 19 luglio, data della lettera che segue, eransi fatti considerabili progressi negli esperimenti su' tubi cilindrici, che erano stati trovati tutti più o meno difettosi. Si era incontrata gran difficoltà per far conservare ad essi la loro forma; e gli esperimenti, mentre davan luogo alla fiducia in un risultato finale , mostravan chiaro non potersi questo ottenere con quella forma di tubi. Questi fatti sono annunziati al sig. Stephenson nel modo seguente. »

» Manchester , 19 luglio 1845. — Mio caro signore, — » L' ultimo corso di esperimenti fu soddisfacente ma dette » luogo ad una considerabile alterazione della forma , » come ancora ad una investigazione molto più estesa. » Queste ricerche richiedono la maggior cura ; e nuovi » sviluppi e corretti risultamenti possono solo ottenersi » per mezzo di ripetuti saggi di un carattere esperimen- » tale ed induttivo. Sarà mio speciale incarico di inda- » gare i fatti e di determinare la legge che regola la » forza e la forma di questa importante costruzione. . . » Prima di lasciar la città, io ordinai che si facesse un » maggior numero di modelli di tubi di diverse forme e » dimensioni. Verso la fine della prossima settimana essi » saranno condotti a termine ed io mi propongo di rico- » minciare gli esperimenti nel mattino di mercoledì 30 » del corrente, e spero che allora voi potrete assistervi » con vostro padre. Sono ec.

W. Fairbairn.»

« Al sig. R. Stephenson Esq. »

» 21 luglio 1845. — Mio caro signore , — Son lieto » di sentire che voi procedete ad esperimenti con tubi di » altra forma; spero che se ne proverà qualcuno di forma » ellittica, con grosse lamine sopra e sotto, dappoichè così » la disposizione del materiale si approssimerà a quella » di una trave ordinaria in forma di T, che è certamente » lo scopo al quale si deve tendere. Il vostro ec.

R. Stephenson.»

« Al sig. W. Fairbairn Esq. , Millwall o Manchester. »

» In questo tempo (19 a 21 luglio) un numero considerabile di esperimenti erasi fatto, quasi tutti i tubi cilindrici eransi provati, ed i preparativi erano in progresso pe' tubi di forma rettangolare ed ellittica. Le difficoltà incontrate per mantenere i tubi cilindrici nella forma opportuna, allorchè eran sottoposti a sforzi significanti, suggerirono naturalmente l' adozione della forma rettangolare; molti nuovi modelli di questa specie furono preparati e sperimentati verso la fine di luglio ; ed altri, con diverse grossezze della parte superiore e della inferiore , prima del 6 agosto. Ciò è chiaramente indicato dalla data degli esperimenti , e dalla lettera del 6 agosto indirizzata al sig. Stephenson. Questa lettera, come si osserverà, fortemente conferma la chiara ed incontestabile evidenza presentata dagli esperimenti , della necessità di una stretta connessione col principio da una semplice trave. Sino a

questo periodo era stato mio scopo di investigare il principio, suggerito in origine dal sig. Stephenson, di una costruzione, ciascuna parte della quale, sebbene rigida, fosse sottoposta ad uno sforzo di tensione, e la forza della quale consistesse, non come quella di una trave, nella resistenza alla tensione da un lato ed alla compressione dall' altro, ma in una resistenza alla tensione da ambedue i lati. Per l' adozione di questa forma, se essa fosse stata possibile, vi era questo plausibile argomento, che la resistenza del ferro battuto alla tensione essendo molto maggiore di quella alla compressione, vi sarebbe stata chiaramente un' economia di materiale nel dare al tubo una forma tale da esercitare soltanto la sua resistenza alla tensione. Tutti i miei sforzi per trovare una tal forma furono però inutili. Ciascun esperimento dava la più sicura evidenza di compressione da un lato e tensione dall' altro del tubo, e questo cedeva egualmente quando l'una o l'altra resistenza era superata. Da questo momento però la quistione mi si presentò sotto un aspetto più semplice. Io riguardai il tubo come una trave vuota, la resistenza della quale dovea dipendere dalle stesse cause di quella di ogni altra trave, e vidi chiaramente la direzione che doveano prendere i miei esperimenti ed il principio che dovea guidarmi. L'opposizione determinata che, come si vedrà dalla corrispondenza, io presentai all'uso delle catene o di ogni altro flessibile sostegno pel tubo, cominciò da questo periodo. »

» Millwall, 6 agosto 1845. — Mio caro signore, — » Negli ultimi otto giorni io sono stato costantemente » occupato negli esperimenti, e sebbene taluni di essi » non abbiano sempre dati i risultati che se ne atten- » devano, pure essi sono stati non solo utili per ri- » guardo all' oggetto delle nostre ricerche, ma soddis- » facentissimi. Da queste investigazioni si ricavano di- » versi fatti importanti, di uno de' quali io posso far » menzione, cioè la difficoltà di sottoporre il lato supe- » riore del ponte come l' inferiore ad uno sforzo di ten- » sione. A tale oggetto molti cambiamenti furono fatti, » e molti tentativi per distribuire le forze egualmente o » in date proporzioni nelle diverse parti, ma senza alcun » effetto, il risultato essendo in ciascun esperimento quello » di una trave vuota, resistente al solito modo, colla com- » pressione della faccia superiore e la estensione della in- » feriore. In quasi tutti i casi abbiamo trovato che la resi- » stenza opposta alla compressione era la minore, e che il » lato superiore cedeva a quello sforzo. Questi fatti sono » importanti in quanto che essi han dato origine ad una » nuova serie di esperimenti, calcolati in modo da render » più rigida la parte superiore del tubo, e ad uguagliare » nel tempo stesso lo sforzo, che nella presente costruzione » è evidentemente troppo grande per le forze che resistono » alla compressione. Io sperava vedervi qui prima di que- » sto momento, desiderando mostrarvi la parte più impor- » tante degli esperimenti, e godere il vantaggio de'vostri » lumi e consigli. Nelle circostanze presenti, credo di avere » il vostro permesso per continuare le ricerche, ed intro- » durre nuove forme e combinazioni che possono completa- » mente determinare la legge della resistenza, ed anche » la forma più solida del tubo allorchè esso è sottoposto » ad una forza che tende a schiacciarlo o a lacerarlo. Io » partirò col convoglio di questa sera per Manchester, » e ritornerò agli esperimenti fra quindici giorni, o ap- » pena gli altri tubi saranno preparati; in questo tempo » voi progredirete probabilmente, essendo qui stati sa- » bato taluni de' direttori ed il segretario a tale ogget- » to. — Sono ec.

W. Fairbairn. »

« Al sig. R. Stephenson Esq. Ing. Civ. »

» Da questa lettera si vedrà che si era riconosciuta la debolezza del tubo nella sua superficie superiore, la quale cedeva alla compressione prima che il lato inferiore fosse prossimo a cedere allo stiramento; e che erasi di già segnato il corso che presero poscia gli esperimenti, tendendo a rinforzare cioè la superficie superiore di tanto ch' essa non fosse prossima a cedere alla compressione se non quando la superficie inferiore era prossima a cedere allo stiramento. Questo stato del tubo era una condizione necessaria alla massima economia del suo materiale, dappoichè in ogni altro stato nel quale esso non fosse stato prossimo a cedere da un lato mentre lo era dall' altro, una parte del materiale avrebbe potuto esser tolta dal lato più forte senza che per ciò cedesse, ed aggiunta al lato più debole per impedire ad esso di cedere, e così il tubo sarebbe stato reso più forte con una novella distribuzione del suo materiale. Fu per riguardo a questo principio che la forma rettangolare della sezione mi si era presentata invece della forma circolare o della ellittica proposte dal sig. Stephenson, e che io aveva ordinato che si fosse ingrossato il lato superiore del tubo. Ora mi occorse alla mente che questo lato poteva esser rinforzato con maggior effetto e con altri mezzi invece di ingrossarlo, ed io diressi a mio figlio la seguente lettera, quattro giorni dopo la data dell' ultima, indicandogli di far costruire due tubi di addizione, l' uno rettangolare e l' altro ellittico, con delle cellule triangolari. Questi esperimenti condussero a far saggio di una forma rettangolare di tubo con la parte superiore corrugata, e la molta forza di questa mi decise ad adottare la struttura cellulare per questa parte, che in ultimo si ridusse ad un semplice filare di cellule rettangolari. Questa struttura cellulare è quella che dà a' ponti ora esistenti di Conway il loro principale elemento di forza. »

» Manchester 10 agosto 1845. — Avrò bisogno de' se- » guenti modelli: uno della forma indicata dalla fig. 10 » e composto di lamine della grossezza di $^1/_{16}$ di pollice; » la parte superiore, *a,a*, sarà composta di lamine della

» stessa grossezza, ma lo spazio, x, nel mezzo sarà lasciato » vuoto, per esser riempiuto di legno onde dar rigidezza » al lato superiore del tubo. Le unioni delle lamine al » di sotto saranno fatte con cura, e con un pezzo più forte » sopra di esse doppiamente ribadito, perchè sia più fa- » cile di rompere le lamine che le unioni. La cresta, a,a, » sarà fortemente ribadita al tubo per tutta la sua lun- » ghezza nel modo indicato in b,b. Un altro tubo sarà fatto » di lamine della stessa lunghezza e grossezza, ma della » forma della fig. 11, e sarà lungo 19 piedi 6 pollici. » Questi tubi potranno costruirsi con taluno di quelli esi- » stenti, dopo che se ne sieno presi i convenienti disegni. » Essi dovranno resistere allo schiacciamento o alla lacera- » zione prodotta da pesi posti nel loro interno, come » ne' tubi già costrutti. Farete ancora costruire una pic- » cola trave della forma della fig. 12, e della lunghezza » di 12 piedi, grossezza della lamina superiore $^1/_4$ di pol- » lice, grossezza delle lamine laterali $^1/_{16}$ di pollice, gros- » sezza del fondo $^1/_8$ di pollice. Credo che questi sieno i » soli de' quali avremo bisogno per ora; appena saranno » costrutti me ne avvertirete perchè io possa assistere » agli esperimenti; sono ec.

W. Fairbairn. »

« Al sig. T. Fairbairn Esq. »

» Gli esperimenti aveano ora preso un carattere che a me pareva richiedesse l' assistenza di un matematico che potesse ricavare, se fosse possibile, una formola la quale, dalla resistenza osservata in un tubo più piccolo, desse campo a calcolar quella di uno di maggiori dimensioni; e credendo che il sig. Hodgkinson, ora professore al Collegio dell' Università in Londra, non avrebbe difficoltà di intraprendere la discussione di una tal formola, lo invitai ad assistere a Millwall a taluno degli esperimenti allora in progresso. Il sig. Hodgkinson non visitò Millwall sino al mese seguente, essendo in quel tempo occupato a sperimentare delle spranghe di strade ferrate nelle Manifatture Brittanniche di ferro nel Sud del paese di Galles. »

» Durante la prima visita del sig. Hodgkinson a Millwall (19 settembre 1845), tutti gli esperimenti eseguiti furono a lui spiegati, ed egli esaminò con cura l' apparecchio da me adoperato. *Nel primo giorno della sua visita furono sperimentati i tubi che erano stati costrutti con una semplice cresta vuota o cellulare.* La forma di questi tubi ed i risultati degli esperimenti eseguiti su di essi furono comunicati al sig. Stephenson nella lettera che segue. Uno di questi avea un pezzo di abete adattato nella cellula per impedire che perdesse la sua forma per effetto delle forze di compressione, ma esso riuscì poco utile per la difficoltà di fare che il legno riempiesse l' intero spazio. Però si ottennero de' ragguardevoli risultati dalla superficie accresciuta che presentavano alla compressione le cellule nella faccia superiore, e la mia attenzione fu naturalmente rivolta alla quistione di saper quanto fosse possibile, con altre disposizioni, di raggiugner meglio lo scopo della struttura cellulare. Immediatamente dopo che gli esperimenti su' tubi indicati furono completati, io ordinai che se ne preparassero degli altri col lato superiore corrugato, somigliante in sezione ad un paio di occhiali, prevedendo con ragione dalla forma del tubo un grande aumento di resistenza. La forma cellulare del lato superiore offriva però, secondo gli esperimenti di già fatti, tali decisi vantaggi, che nella seguente lettera io mi arrischiai di anticipare sin da quell' epoca una opinione intorno alla forma cellulare definitiva di sezione pel gran ponte stesso, e proposi al sig. Stephenson due idee, l' una di un tubo con una serie di cellule quadrate nel lato superiore, come in a,a, fig. 15, e l' altra con una serie di più piccoli tubi circolari con lamine piatte ribadite sopra e sotto di essi, come vedesi in A, fig. 16. Il lettore non mancherà di osservare quanto il primo di questi schizzi somigli ai tubi ora costrutti pe' ponti di Britannia e Conway. L' intiera disposizione de' procedimenti seguenti fu indicata in quel tempo al sig. Hodgkinson, e sembrò incontrare la sua approvazione. »

» (Privata.)—Millwall, 20 settembre 1845. — Mio caro » signore, — Io sono stato occupato per tutta questa set- » timana senza interruzione negli esperimenti, e per due » giorni ho avuto il vantaggio della presenza e dell' assi- » stenza del mio amico sig. Hodgkinson. Secondo il suo » parere e secondo il mio, noi progrediamo in modo sod- » disfacente, e sebbene non abbiamo ancora trovata la » forma più resistente del tubo, pure ci approssimiamo » a questo scopo. Voi conoscete, dall' ultima mia lette- » ra, che la grande difficoltà che noi incontravamo era » la debita proporzione delle parti per neutralizzare o » rendere eguali le due forze di compressione e di esten- » sione; di nove tubi cilindrici esperimentati due cede- » rono per lo schiacciamento della parte superiore e sette » pel laceramento de' buchi delle ribaditure. Gli ultimi » però furono rotti per la prossimità de' buchi, e per la » costruzione de' tubi, essendosi omesso di incrociare le » unioni. Di undici tubi rettangolari esperimentati otto » cederono allo schiacciamento, e tre soli furono lacerati » per effetto della tensione. I tubi ellittici od ovali cedero- » no tutti meno uno alla compressione, essendosene schiac- » ciati quattro nella parte superiore ed un solo lacerato » nella inferiore. Nello insieme questi sembravano indi- » car debolezza nella parte superiore e necessità di mu- » tar la forma per dare solidità e rigidezza a quella » parte. Per resistere alle forze di compressione, io feci » costruire due tubi delle forme indicate dalle fig. 13 e » 14, l' una ellittica con una grossa cellula, a,a, alla parte » superiore, e l' altra rettangolare con una cellula simile » in b, come vedesi dagli schizzi delle sezioni. Questi e- » rano, come scorgesi dalle dimensioni segnate, l' uno

» di 12 pollici per $7^1/_2$ e l'altro di 13 per 8, e di 18 » piedi 6 pollici fra gli appoggi. Le lamine erano gros- » es $^1/_{16}$ di pollice, ed i tubi si ruppero e furono schiac- » ciati rispettivamente con pesi di 6 867 e 8 812 libbre. »

» Il difetto di resistenza di tutti i tubi di questa forma » ha suggerito una nuova disposizione e distribuzione del » metallo; essendo evidente, per gli esperimenti, che il » tubo si ridurrà ad una gigantesca trave vuota, che la- » scerà alle forze resistenti alla compressione ed alla ten- » sione un' azione estesa per quanto è possibile. Può inol- » tre conchiudersi che i laterali debbano farsi compara- » tivamente leggieri, e che debba aggiugnersi molto ma- » teriale nella parte superiore e nella inferiore. Ciò darà » una solidità molto maggiore, e pochi altri esperimenti » determineranno quale de' due lati debba avere la pre- » ponderanza. È più che probabile che il ponte nella sua » intiera estensione debba prendere una forma di sezione » simile in certo modo a quella della fig. 15. Le parti *a*,*a*, » sarebbero nel primo caso due lamine longitudinali, di- » vise con lamine verticali in modo da formare de' qua- » drati calcolati per resistere allo schiacciamento, e le parti » inferiori *b*,*b*, sarebbero, nel secondo caso, anche delle » lamine longitudinali bene unite con ribaditure e di » grossezza considerabile per resistere alla tensione. Po- » trebbe ancora il tubo prender la forma indicata dalla » fig. 16, con una serie di tubi più piccoli che si esten- » derebbero per tutta la lunghezza della parte superiore » per resistere alla compressione, e con due tubi con » forti lamine longitudinali *c*,*c*, per resistere alla tensione » e per impedire la lacerazione nella parte inferiore; i » laterali in questo caso dovrebbero farsi leggieri, col solo » scopo di connettere le porzioni resistenti superiore ed » inferiore della costruzione. Dalle cose dette di sopra » scorgerete che non ancora siamo giunti ad una forma » perfetta. Gli esperimenti sviluppano man mano de'fatti » che indubitatamente mi porranno nel caso, coll'assistenza » di un esperimentatore così abile e di un così eccel- » lente matematico quale è il mio amico sig. Hodgkinson, » di presentarvi tali risultati che giustificheranno intera- » mente l'adozione di questo importante sistema. Intanto » sarò lieto di sentire il vostro avviso, e richiedendovi » il favore di una risposta, sono ec.

W. Fairbairn. »

» Al sig. R. Stephenson Esq. Ing. Civ. »

» Ho posto la parola *privata* al principio di que- » sta lettera, essendo essa scritta in fretta, collo scopo » di farvi conoscere il progresso delle nostre ricerche, » senza esser responsabile de' fatti. Io credo che un' al- » tra settimana di investigazioni che io spero potrà tro- » var luogo fra i prossimi quindici giorni, mi porrà » nel caso di parlare in modo più definitivo. »

» La seguente lettera del sig. Hodgkinson mostra le sue vedute per riguardo agli esperimenti già fatti, e le sue idee intorno alla forma de' tubi ed agli esperimenti che egli proponeva di tentare. I suoi consigli furono eseguiti d' accordo colle istruzioni spedite a Millwall nel 2 ottobre, ma gli esperimenti dimostrarono che le forme da lui consigliate erano deboli e poco soddisfacenti. »

» Abersychan, 26 Settembre 1845. — Mio caro signo- » re, — Ho ricevuta la vostra lettera col ragguaglio del » rimanente degli esperimenti, ma non so in qual modo » trarne profitto. Non ho de' principî che mi sembrino » soddisfacenti per guidarmi, nè l' aiuto dei libri che » avrei se fossi a casa. Ho fatto quanto ho potuto per » sottoporre al calcolo taluno degli esperimenti, ma i ri- » sultati variano tanto, che io sono interamente imbarazza- » to. Ciò che accresce molto la difficoltà è che essi sono poco » adattabili alle ricerche matematiche. Non posso lasciare » questo luogo prima della fine della prossima settimana » senza far gran torto alle parti interessate, però farò » quanto posso al mio ritorno . . . Vi dissi già prima, » che sono necessarî degli esperimenti fondamentali per » poter fare qualche utile applicazione di taluno de' vo- » stri, ma fin tanto che io sarò qui non potrò far nulla, » e prima che io possa far altro se non tentare di ri- » durre gli esperimenti fatti e suggerire talune modifi- » cazioni intorno ad essi, sarà necessario io credo, ot- » tener l'approvazione del sig. Stephenson. Se io avessi » l'agio di fare degli sperimenti comincerei con dei cilin- » dri liberi da ribaditure verso il mezzo, per quanto » fosse possibile, e tali da doversi rompere in un punto » ove non fossero unioni. Ciò potrebbe ottenersi facendo » uso pel mezzo del cilindro di lunghe lamine e servendosi » per allungarlo di lamine corte, dappoichè le ribaditure » in queste non sarebbero dannose. Io farei costruire tre » cilindri, tutti dallo stesso diametro e della stessa lun- » ghezza, cioè di 18 o 20 pollici almeno di diametro, » e di una lunghezza di 16 o 17 volte il diametro stesso. » Uno di questi cilindri dovrebbe avere le lamine grosse » di $^1/_2$ pollice e gli altri due l' uno di $^1/_4$ e l' altro di » $^1/_8$ di pollice. Io vorrei che essi avessero una semplice » fila di ribaditure da ciascun lato, e niuna sopra o sotto » nella parte media, nè alcuna apertura per le catene » in questa parte. La sezione del cilindro sarebbe quella » rappresentata dalla fig. 17, nella quale a dir vero io » vorrei che non fossero ribaditure, ma veggo bene che » esse non possono evitarsi. Il cilindro vedesi rappresen- » tato per lungo nella fig. 18. Vorrei ancora che si co- » struissero altri tre cilindri, per lunghezza e diametro » metà dei precedenti, e con lamine anch'esse grosse per » metà cioè di $^1/_4$, $^1/_8$ ed $^1/_{16}$; questi cilindri sarebbero con » sole unioni laterali, come nel primo caso. Se credete » opportuno di prepararmeli, io farò gli esperimenti al » mio ritorno a Manchester, ed i risultati spanderanno » qualche luce sul soggetto in disamina e mi porranno al

» caso di giudicar meglio delle anomalie ne' vostri spe-
» rimenti sui tubi. Però a me sembra che manchino
» molte notizie fondamentali intorno al soggetto mede-
» simo. Sono ec.

E. Hodgkinson. »

» Al sig. W. Fairbairn Esq. »

» P. S. Ho gran bisogno di un libro, le Applicazioni
» della Meccanica di Navier. Avea pensato di farmelo ve-
» nire ma forse al suo arrivo io sarei già pronto pel ri-
» torno. So che in Navier vi è qualche cosa sul proposito.
» Anche voi avete quel libro. »

» Il sig. Hodgkinson non fece esperimenti su questi tubi sebbene fossero preparati, avendo visto dagli esperimenti citati di sopra che la forma rettangolare era decisivamente la migliore; per conseguenza i modelli per lui eseguiti furono di questa forma. L' intervallo di tempo, che trascorse fra gli esperimenti su' tubi rettangolari ed ellittici con semplice cellule, e quelli sul tubo con cresta corrugata, fu impiegato principalmente nel preparare quest' ultimo tubo per l' esperimento. Nel 14 ottobre esso fu sottoposto a' soliti saggi, come è spiegato nella seguente lettera diretta al sig. Stephenson. »

» Manchester, 15 ottobre 1845. — Mio caro signo-
» re, — I nostri esperimenti di ieri furono i migliori
» ed i più soddisfacenti fra quanti ne abbiamo fatti fi-
» nora; e secondo la nostra aspettativa la forma indi-
» cata dalla fig. 19 presentò non solo la maggior resi-
» stenza ma, ciò che era di eguale importanza, una
» prossima uguaglianza di forza nella parte superiore e
» nella inferiore. Questa forma, come osserverete, trovasi
» strettamente d' accordo colle vedute espresse nella mia
» lettera che seguì i primi saggi; la sezione essendo come
» prima di figura rettangolare, con una doppia lamina
» corrugata, ed ogni lamina pel lato inferiore essendo di
» poll. 0. 18. I laterali erano grossi soltanto poll. 0.07 ed il
» tutto era congiunto con ribaditure come ne' punti *a,a*.
» Con questa forma di tubo (lunga fra gli appoggi 19
» piedi) l' abbassamento fu notato ad intervalli con pesi di
» circa 1 800 libbre; e prima che il tubo cedesse, il che
» avvenne rompendosi la parte superiore e la inferiore,
» esso sostenne per qualche minuto un peso di 22 469
» libbre. Da quest' ultimo esperimento è chiaro che sia-
» mo prossimi alla forma più resistente; ma noi ab-
» biamo bisogno di ulteriori investigazioni, per ottenere
» una formola corretta e soddisfacente per la riduzione
» degli esperimenti. Talune formole esistenti di Navier e
» di altri possono applicarsi, ma esse non sono soddisfa-
» centi, e prima che il mio amico sig. Hodgkinson possa
» pienamente indagare la parte matematica, sarà d'uopo
» fare altri esperimenti su tubi *molto piccoli* e su di al-
» tri *molto grandi*, con determinate funzioni, calcolate
» in modo da fissare la legge che governa non solo la
» forza della forma presente, ma quella di ogni altra
» forma futura di tubi. Ciò non porterà però alcun ri-
» tardo, avendo io ordinate le lamine, e facendo in que-
» sto tempo costruire il tubo, dovendosi fare qui in Man-
» chester gli esperimenti a cagione degli apparati più
» potenti de' quali possiamo disporre. Per ora io credo
» che noi abbiamo sufficienti dati per guidar voi, in ri-
» guardo alla sicurezza di una tale struttura; e purchè
» voi vogliate fissare il tempo ed il luogo nel quale po-
» tremo vederci, io vi presenterò tali ragguagli che po-
» tranno, io confido, giustificare le misure che voi ave-
» vate in mente di adottare. In qualunque giorno dopo
» il prossimo martedì potrò incontrarvi a Londra o altrove.
» Sono ec.

V. Fairbairn. »

» Al sig. R. Stephenson Esq. »

» È da questo periodo (dice il sig. Fairbairn) che io conto essere sparita ogni difficoltà riguardante la costruzione e la formazione ultima de' tubi di Britannia e Conway. La possente resistenza presentata alla compressione dalla forma cellulare della cresta, quale essa fu mostrata dall' ultimo esperimento, decise infine nella mia mente la forma da adottarsi pe' grandi tubi, e da questo tempo in poi non ebbi altri dubbî intorno alla possibilità pratica ed al completo succcesso dell' intrapresa. »

Il gran punto era adesso di trovare una formola che potesse applicarsi alla costruzione de' grandi tubi, e gli esperimenti dal sig. Eaton Hodgkinson furono più particolmente rivolti a questo oggetto. Nel 9 febbraio 1846 il sig. Stephenson presentò il suo rapporto alla Compagnia della strada ferrata di Chester e Holyhead, insieme a' rapporti del sig. Fairbairn e del sig. Hodgkinson. In questi rapporti il sig. Stephenson evita di dar fuori alcuna opinione definitiva intorno alle catene di sospensione, il sig. Hodgkinson raccomanda le catene come ausiliario, dovendosi altrimenti, secondo lui, adoperare molta grossezza di metallo per produrre la resistenza e le rigidezza necessaria. Il sig. Fairbairn sostiene che *purchè le parti sieno ben proporzionate e le lamine convenientemente ribadite, si possono toglier via le catene dal ponte, e lasciarlo come un utile monumento dell' energia e dello spirito intraprendente del secolo nel quale esso fu costrutto.*

Pare che il sig. Hodgkinson trovasse delle difficoltà per esser soddifatto intorno alla forma da adottarsi, e che i direttori divenissero tanto impazienti pel tempo di già trascorso, che il sig. Fairbairn s'incaricò egli stesso del problema. Fu fatto un modello di un sesto della grandezza effettiva con cellule quadrate, e dopo molti esperimenti fu ricavata la formola seguente, che il sig. Fairbairn assicura esser quella ora adoperata per le sue travi, per le quali ha patente d' invenzione.

Sia W il peso che romperebbe il tubo; *l*, la distanza

fra gli appoggi in pollici; *a*, l'area della parte inferiore in pollici; *d* l'intiera grossezza della trave in pollici, sarà:

$$W = \frac{80\ ad}{l} \text{ tonnellate.}$$

La seguente tavola di esperimenti sul gran tubo modello, un sesto della grandezza reale, mostra come la forza della cresta cellulare resistette a tutti gli sforzi per ischiacciarla sino all'ultimo esperimento, accrescendosi ogni volta la resistenza della parte superiore. Questo tubo era lungo 78 piedi, e 75 piedi fra gli appoggi; alto 4 piedi 6 pollici e largo 2 piedi 11 pollici.

NUMERO D'ORD. DEGLI ESPERIMENTI	SPESSEZZA DELLE LAMINE IN POLLICI		PESO CHE PRODUCEVA LA ROTTURA	OSSERVAZIONI
	Area sup.	Area infer.	Libbre	
1	24.02	8.80	79,578	Rotto per tensione.
2	. . . .	12.80	97,102	Piegato.
3	. . . .	12.80	126,128	Rotto per tensione.
4	. . . .	17.80	148,129	Rotto per tensione.
5	. . . .	22.45	129,009	Lasciato pendente il peso. Il tubo gira sul suo lato.
6	. . . .	. . . .	26,781	Cessato l'esperimento.
7	. . . .	22.45	135,255	Lasciato pendente il peso per 9 giorni.
8	. . . .	22.45	135,255	Rotto per tensione.
9	. . . .	22.45	154,452	Rotto per tensione.
10	. . . .	22.45	192,892	Schiacciato nel lato superiore.

Il primo de' tubi di Conway fu esperimentato e diede i risultati seguenti: — Tubo rettangolare, lungo 412 piedi, alto 25 piedi 6 pollici nel mezzo, largo 15 piedi, e 400 piedi fra gli appoggi. Area della parte superiore 670 pollici, area della parte inferiore 517 pollici. Peso calcolato del tubo, comprese le rotaie ed i telai di ferro fuso agli estremi, 1300 tonnellate.

NUMER D' ORD DEGLI ESPER	ABBASSAMENTO	PESO	OSSERVAZIONI
	Pollici	Ton.	Il peso del tubo, 1300 tonnellate, diede un abbassamento di quasi 8 pollici, e 95 tonnellate lasciate nello interno per 4 ore accrebbero l'abbassamento da 9. 02 a 9. 25. Questo peso continuò a restare per 17 ore. con un abbassamento di un altro pollice.
1	7. 91	0	
2	9. 02	95	
3	9. 50	154	
4	10. 50	201	
5	10. 95	301	

Dopo di ciò si erano aggiunte 301 tonnellate oltre il peso del tubo, allorchè si terminò l'esperimento. Il primo peso di 95 tonnellate era distribuito su di una superficie di 70 piedi in lunghezza nel mezzo del tubo; il secondo peso fu distribuito su di una superficie di 105 piedi, il terzo su di una superficie di 150 piedi, l'ultimo su di una superficie di 190 piedi sempre nel mezzo del tubo.

Sin quì l'*Artizan*; a render completa la descrizione di questi ponti ci rimane solo ad indicare il modo come il tubo fu sollevato all'altezza delle pile e poggiato su di esse; ciò faremo per mezzo delle notizie ricavate da altri periodici e specialmente da un articolo del *Chamber's Edimburgh Journal* riportato dalla *Revue Britannique* e posteriormente dalla *Rivista Straniera ed Italiana* (c).

Essendosi, come si è visto di sopra, adottata per forma definitiva la rettangolare con cellule quadrate nella parte superiore e nella inferiore, e dovendosi costruire in tal guisa i tubi, ed essendosi, come si è ancora veduto, trovato inapplicabile il progetto del sig. Fairbairn di sollevare il tubo per parti (pag. 67) convenne escogitare altro espediente. A tal uopo si dispose una piattaforma, poggiante in parte sulla sponda ed in parte sporgente sull'acqua e sostenuta da pali conficcati nel fondo; su questa piattaforma fu costrutto il tubo. Allorchè la costruzione fu terminata, venne tolta una parte de' pali più prossimi alla sponda, in modo che il tubo poggiasse sulle due estremità; sotto ognuna di queste nel vuoto intermedio furono disposti de' pontoni, o grosse barche, ripieni in parte di acqua e l'un con l'altro collegati. All'alzarsi della marea, i pontoni toccavano sotto il tubo, e vuotandosi per mezzo di trombe dall'acqua in essi contenuta, lo sollevavano. È facile comprendere come il tubo, sostenuto da' pontoni e guidato con catene, fosse condotto nella voluta direzione e si elevasse sino quasi al livello dell'alta marea. Quivi le acque ritirandosi lo lasciavano poggiare con gli estremi su due letti di pietra all'uopo disposti sulle due opposte sponde. Rimaneva solo ad alzarlo all'altezza delle pile ed a ciò si provvide collo stabilire, alle due estremità, de' torchi idraulici, sullo stantuffo di ciascuno de' quali era un pezzo trasversale con delle aperture per le quali passavano delle forti catene che reggevano il tubo; per mezzo di macchine a vapore di alta pressione si introduceva l'acqua nel cilindro del torchio, e lo stantuffo, sollevandosi, alzava il tubo per un altezza eguale al suo corso. L'operazione si ripeteva molte volte sino a giugnere all'altezza richiesta.

Non chiuderemo questo articolo senza far menzione di due accidenti occorsi nella costruzione del ponte di Menai, e de' quali fa parola l'*Artizan* in altri due articoli

(c) Questa raccolta periodica, della quale ci duole sia cessata la publicazione, compilavasi per cura del chiaro Generale Vincenzo degli Uberti.

inseriti ne' numeri di ottobre e dicembre ultimo. Il primo di questi accidenti ebbe luogo nel giorno 17 agosto 1849, mentre si sollevava l' estremità del tubo dal lato dell' isola di Anglesea (d) e si faceva entrar l' acqua, per mezzo di una macchina a vapore, sotto lo stantuffo di un torchio idraulico lungo circa 10 piedi, con 20 pollici di diametro interno e 10 pollici circa di spessezza. Il tubo si era di già elevato per due piedi e quattro pollici, allorchè il fondo del torchio subitamente si distaccò, ed andò a cadere sul tubo, urtando nella sua caduta una scala di corda per la quale salivano degli operai uno de' quali restò morto. Il sig. Edwin Clarke, aiutante del sig. Stephenson, che trovavasi sulla traversa posta in cima allo stantuffo, fu gittato sulla caldaia della macchina a vapore mentre lo stantuffo scendeva per circa due piedi e quattro pollici. Il tubo non si abbassò che di pochi pollici in seguito dell' urto, per un leggiero cedimento nelle tavole, che si disponevano sotto di esso per sostenerlo a mano a mano che si alzava, e che erano poi rimpiazzate da fabbrica di mattoni. Il danno arrecato al tubo fu di poca conseguenza; la parte del torchio che si distaccò pesava circa 1 tonnellata $^1/_2$. Il torchio che si ruppe era stato calcolato per poter sostenere una pressione molto maggiore di quella che soffriva nel momento della rottura, e sebbene esso non fosse stato sottoposto ad un esperimento preliminare, per la difficoltà di provvedere un apparecchio opportuno per la sua grande massa, pure avea di già soggiaciuto ad una pruova, avendo sollevato prima il tubo per altri 24 piedi. Il torchio non avea mostrato dapprima nessun indizio di rottura, e soltanto al principio dell' operazione erasi manifestato un forte trapelamento di acqua, nella sola sua parte superiore, al quale si era presto rimediato. La rottura si attribuì all' effetto della contrazione sulla grande massa del metallo e si cercò di prevenire questo inconveniente nella costruzione di un novello torchio; si cercò pure che un simile accidente, nel caso poco probabile che si fosse rinnovato, non avesse portato niun ritardo per l' avvenire e non avesse danneggiato il tubo e le macchine.

Il secondo accidente, di minore importanza pel ponte, ma che anche costò la vita ad un operaio e ne ferì altri, avvenne nel calarsi al suo posto il cilindro del novello torchio idraulico; questa operazione si eseguiva per mezzo di un argano mosso da 50 marinai, mentre nove altri tenevano l' estremità libera della fune; in un momento che quelli che moveano l' argano si arrestarono, la fune scorrendo attorno all' argano stesso fu trascinata dal peso, vincendo la resistenza opposta da quelli che ne reggevano l' estremità. Questo danno avrebbe potuto prevenirsi per mezzo di un altro piccolo argano al quale potevasi affidare il capo libero della fune.

(d) Il ponte di Menai unisce l'isola di Anglesea colla costa della contea di Caernarvon.

CORRISPONDENZA.

Il chiaro Ingegnere Prof. Vincenzo Antonio Rossi, nella lettera che qui appresso riportiamo, in proposito dall' articolo de' ponti a sbieco da noi inserito (v. pag. 5), ci comunica il ragguaglio di un opera simile eseguita sotto la sua direzione. Noi siamo gratissimi all' egregio Professore, come lo saremo sempre a chiunque voglia fornirci simiglianti notizie e schiarimenti, mentre dichiariamo che quella costruzione non ci era nota finora e che altrimenti non avremmo trascurato di farne parola.

Napoli 9 aprile 1850.

Alli Signori Compilatori
degli Annali delle Opere Pubbliche e dell' Architettura.

Signori,

Ho ricevuto il 1.° fascicolo delli Annali delle Opere Pubbliche e dell' Architettura compilati per di loro cura; e fo loro i miei più distinti ringraziamenti per questo. Ed ho veduto riportatovi un articolo tolto dalli Annali di Ponti e Strade di Francia per l' anno 1848, relativo ad una novella maniera di costruzione pei ponti in isbieco. Non avendo veduta apposta niuna di loro nota ad un tale articolo, sono stato indotto a credere non conoscere elleno che una tale maniera di costruzione era già stata fatta nel nostro paese, quando nella stagione dei lavori dal 1845 al 1846 si pensava di adottarla (com' è detto nel citato articolo) per uno dei ponti in isbieco della strada ferrata di Chartres che ha l' inclinazione di 36 gradi all' asse stradale. Però indirizzo loro questi pochi righi, onde possano rivendicare all' Italia e più particolarmente a questo nostro Regno la priorità della invenzione di una tal sorta di costruzione; abbenchè, comun-

que importantissima la invenzione, pure non la stimassi straordinaria, nè per la natura sua, nè per l' ingegno di cui dovea essere fornito l' inventore per escogitarla.

Nella stagione dei lavori dal 1840 al 1841 (cioè cinque anni prima del progetto francese) s' immaginava un tal sistema di costruzione pel quinto ponte della strada provinciale di bonificazione da Aversa a Vico di Pantano; perciocchè quivi l' asse stradale incontrava l' asse di un corso d' acqua naturale sotto angolo *minore di ventisette gradi:* nè volevasi, per altri riguardi, deviare un tal corso, e quel tratto di strada volevasi in un solo rettifilo. L' angolo d' incontro essendo di meno di ventisette gradi, e perciò *molto al di sotto* di quelli pei quali s' erano costrutti ponti in isbieco di altra maniera, l' ingegnere direttore di quell' opera immaginò costruire quel ponte con una serie di tredici archi diritti *addossati l' uno all' altro*, e proprio coi fronti a contatto, e paralleli all' asse stradale; dei quali archi li due laterali estremi di larghezza poco meno di un metro (pal. 3,75), li altri undici di larghezza 65 centimetri (pal. 2,50). I piediritti o spalle furon fatti a paramento piano continuo paralleli all'asse del corso d' acqua; e solo i due filari di pietre al di sotto dei pulvinari furon costrutti coi paramenti a sega e ad angolo retto, cioè aventi per icnografia, l' icnografia medesima dei pulvinari delle arcate diritte costituenti insieme la volta del ponte. Il sistema quivi adottato, come è facile conchiudere, è in sostanza il medesimo che quello adottato cinque anni dopo sulla detta via ferrata di Chartres; e solo più semplice di questo. Perciocchè in questo li archi non sono propriamente addossati l' uno all' altro, ma due archi consecutivi sono separati l' uno dall' altro, e son poi collegati per mezzo di un' altra volta discontinua, la di cui cima è una specie di *piccola vela* lunga quanto la distanza delle chiavi di essi due archi consecutivi; laddove nel sistema adottato sulla strada da Aversa a Vico di Pantano, due arcate consecutive contigue, delle tredici costituenti la intera volta, sono proprio vicine ed a contatto, talchè il fronte posteriore dell' una, e l' anteriore dell' altra stanno su di un solo e medesimo piano verticale e parallelo all' asse stradale. La quale disposizione non solo rende più semplice il sistema, ma ancora più unito e meglio collegatene tra loro le parti, di quello che sia dell' altro adottato sulla strada di Chartres. Nella costruzione del ponte sulla strada da Aversa a Vico di Pantano le tredici arcate si voltarono contemporaneamente ed a pari passo, come fassi per li varii elementi trasversali di una volta a botte continua. Sur un medesimo piano, comune al fronte posteriore di una prima arcata ed all' anteriore della contigua, essendovi due anelli circolari, rappresentanti essi medesimi fronti, e coi centri sur una medesima retta orizzontale, veniva a generarsi una zona mista secondo la quale i detti fronti posteriore ed anteriore dei due archi consecutivi si confondevano in parte; e le porzioni di esse due arcate corrispondenti a tali zone comuni ai fronti posteriore ed anteriore di entrambi li archi, si costruivano come una sola e medesima volta continua, e non più ciascun arco, come stante isolato e staccato dall' altro; la quale ultima maniera era necessaria tenersi in vece per ciascuno delli archi (perciò detti *principali*) del ponte della strada di Chartres: ed è evidente che nelle arcate del ponte della strada da Aversa a Vico di Pantano la massima altezza della detta zona, comune ai fronti dei due archi contigui, avveniva per lo appunto presso la chiave di essi; onde è che appunto ove la resistenza debb' essere maggiore, cioè alla chiave, quivi l' appresatura risultava maggiore: e maggiore la più ferma connessione delle parti; venendo ad essere quivi costrutta la volta presso a poco come una ordinaria volta a botte diritta. Però si fa manifesto, che il sistema immaginato anteriormente, ed anteriormente eseguito pel quinto ponte della strada da Aversa a Vico di Pantano, mentre in *sostanza è il medesimo* che quello adottato *cinque anni di poi* sulla strada ferrata di Chartres, è ad un tempo *non solo più semplice, ma ancora di questo medesimo più solido e meglio collegato ed unito nelle sue parti.*

Il sistema di costruzione in quistione dunque, non solo fu prima immaginato presso di noi e presso di noi prima costrutto, ma nei particolari suoi è da reputarsi preferibile all' altro.

Il ponte di che si tratta fu costrutto con fabbriche di pietre tufo, spigoli ed archivolti frontali di pietre travertino, e le pietre della volta, comunque di tufo, furon tutte lavorate a cuneo: le tredici arcate che ne compongono la volta sono ad archi di circolo di cui la freccia è la sesta parte della corda; e mentre nel senso dell' asse stradale la volta intera è ribassata del sesto, nel senso del passaggio, ossia del corso d' acqua, si presenta come di sesto gotico, e di gradevole effetto. — Fu visitato da chiari nostri ingegneri, e nel 1845 dall' Ingegnere Giuseppe Rossetti Lombardo Deputato della Società d' incoraggiamento delle Scienze ed Arti di Milano, che con altri suoi colleghi lodollo e presene nota particolarizzata, per farne speciale menzione nel suo Rapporto alla Società che il deputava.

Confido, gentili signori Compilatori, che vorranno accogliere questa mia comunicazione, e render manifesto ciò che al certo non sapevano, senza di che in una pubblicazione da loro fatta in Napoli, non avrebbero mancato di rammemorare, al proposito, cosa escogitata tra noi, ed eseguita alle vicinanze medesime di Napoli, in tempo anteriore molto a quello in cui eseguivasi l' opera analoga descritta nell' articolo tolto dal giornale di Francia.

Colgo questa occasione ec.

VINCENZO ANT.° ROSSI.

GIURISPRUDENZA

PER L' ARCHITETTO E PER L' INGEGNERE.

Sotto questo titolo riporteremo in due distinte categorie le più importanti decisioni giudiziarie ad amministrative che, per le quistioni sulle quali versano, possono interessare l'Architetto o l'Ingegnere. Nel dar conto di quelle decisioni crediamo dover tralasciare tutto ciò che è estraneo alle quistioni dell'accennata specie, e riepilogare in poche parole i ragionamenti o le considerazioni che le accompagnano o le precedono, come suol farsi per talune di esse nelle opere periodiche dalle quali noi in parte le trarremo (a).

Saranno segnate in carattere corsivo le parole che appartengono al testo medesimo delle decisioni o delle leggi citate. Le decisioni straniere e quelle del regno saranno promiscuamente inserite, per evitare superflue suddivisioni, essendo sufficiente l'indicazione messa in ultimo di ciascuna di esse del tribunale o dell' autorità qualunque dalla quale è emanata.

Decisioni giudiziarie.

(N.° 1.)

Ogni muro, che fino alla sua sommità serve di divisione tra edifizî case e giardini, si presume comune se non vi sia titolo, o segno in contrario. Il non esercitarsi da un condomino la facoltà di appoggio non costituisce nè titolo nè segno di rinunzia della comunione di tale muro a beneficio dell'altro. L'articolo 477 delle LL. CC. che dichiara proprietario della superficie colui che lo è del suolo non gli attribuisce il dritto d' impedir financo lo sporto di un cornicione nell' aria soprastante alla superficie medesima; costui ha però la facoltà d'innalzare sino o al di là di tale sporto; ed in tal caso ne può dimandare la demolizione. — *Corte Suprema di Giustizia di Napoli.— Arresto del dì 14 aprile 1849. — Causa Serio e Desiati.*

(N.° 2)

L'articolo 599 LL. CC. che dispone non potersi aprir vedute dirette, finestre a prospetto ec., sul fondo del vicino a distanza minore di 12 palmi è applicabile ancor che fra due fondi siavi una strada pubblica, atteso che quell'articolo non fa alcuna eccezione sul proposito, e che esso ha avuto un oggetto di morale pubblica. — *Corte Suprema di Giustizia di Napoli. — Arresto del 28 gennaio 1850. — Causa Infantino ed Infantino.* (b)

(N.° 3.)

Per la medesima quistione, sebbene l'articolo 601 dica doversi computar la distanza dalla linea di separazione de'due fondi, non deve da ciò desumersi dover essere i due fondi contigui e cessare il divieto se fra essi havvi *altra linea di ragion pubblica o privata*, giacchè si andrebbe contro allo scopo della legge. Nè si può trarre argomento dal decreto del 21 di giugno 1826, relativo a' monisteri, nel quale si è dichiarato che per quelli non cessa il divieto ancorchè sieno separati da strade, per dire che dove non è quella dichiarazione il divieto cessi quando una strada intercede, *perciocchè pei monisteri il divieto non trae sua ragione dalla regola della distanze ma sì bene dall' unica condizione dello introspetto* qualunque sia l'ampiezza della strada, mentre pe' privati esso *è regolato congiuntamente dalla condizione dell' introspetto e dalla misura della distanza. — Corte Suprema di Giustizia di Napoli. — Arresto del 15 luglio 1847. — Causa Zanchi e Risotti.*

(N.° 4.)

Per la medesima quistione, l'art. 599 non parla nè molto nè poco del suolo intermedio fra il muro nel quale si vogliono aprir le vedute o le finestre ed il fondo del vicino, e perciò non distingue se questo suolo sia pubblico o privato. Non può quindi il giudice distinguere.

A' compilatori del Codice non fu ignota l'opinione contraria di classici scrittori, e quindi se essi l'avessero divisa, l'avrebbero espresso nella redazione dell'articolo.

Se questa opinione contraria si ammettesse, in un viottolo stretto *gli sporti de' balconi di rincontro si incontrerebbero, divenendo agevole mezzo di passaggio tra l'uno e l'altro edifizio.*

Le ragioni di convenienza e di sicurezza che la legge ha avute in mira, sono le stesse tanto se il suolo intermedio è privato che se è pubblico, e non cessano in quest' ultimo caso. — *Corte suprema di Giustizia di Napoli. — Arresto del dì 22 settembre 1849.— Causa Zanchi e Risotti*(c).

(a) Ricaviamo in gran parte le decisioni giudiziarie dalle *Gazzette de' Tribunali* e le amministrative dagli *Annali di Ponti e Strade* di Francia e da altre raccolte.

(b) Questo arresto annulla una sentenza del tribunal Civile di Basilicata che giudicando in grado di appello, avea manifestato l'avviso contrario. La sentenza del regio giudice che avea pronunziato in prima istanza è conforme all' arresto della Corte Suprema.

(c) Questo arresto ed il precedente furono pronunziati nella stessa causa; quello annulla una decisione della Gran Corte Civile di Trani e questo una della Gran Corte Civile di Napoli che aveano giudicato secondo il contrario avviso.

(N.° 5.)

Colui che ha dritto (acquistato per prescrizione) *ad avere una finestra ad una distanza minore di palmi 12 dal fondo del vicino* non può impedire a costui d'innalzare un edifizio anche a minor distanza di 12 palmi dalla sua finestra.

Atteso che è canone di dritto che ognuno possa praticare nel suo fondo tutte quelle opere che crede utili per se, purchè non sieno vietate dalla legge e non rechino pregiudizio ai dritti legittimamente acquistati dai terzi, comunque in suo quidvis facere posse, vel cum incommodo alterius, modo in alieno nihil immittat. *Vinnio sulle leggi 11 e 18 §. 5 ff. de servit.*

Che il dritto d'impedire ad altrui d'innalzare il suo edifizio, ne luminibus officiatur, *ha bisogno necessariamente di un titolo da cui derivi la servitù detta* de altius non tollendo.

Che in conseguenza di siffatto principio si possa innalzare la propria casa anche a minor distanza di 12 palmi da quella del vicino ed in pregiudizio delle vedute che costui potrà avere. — Tribunale Civile di Terra di Lavoro.— Sentenza del di 17 settembre 1845.—Causa Panza e de Vivo.

(N.° 6.)

Per la stessa quistione; la facoltà naturale di edificare sul proprio fondo, *etiam si officiat luminibus vicini,* cessa nel solo caso che sia dovuta la servitù *altius non tollendi (Caepol. cap. 39 tt. 1 e 2.)*

Tal dritto non può però acquistarsi che per convenzione. *Nello che la servitù che ne deriva si distingue da quella di semplice prospetto che può acquistarsi col mezzo della prescrizione. E questa costituita col solo decorrimento del tempo non puo trasformarsi nell'altra,* ne prospectui vel luminibus officiatur, *che ha bisogno del titolo, senza distruggere la massima* tantum praescriptum, quantum possessum. — *Gran Corte Civile di Napoli. — Decisione del dì 5 aprile 1850. — Causa Panza e de Vivo.* (a)

(N.° 7.)

Il passaggio del quale gode una riunione di abitanti, per portarsi, per mezzo di una proprietà privata ad un edifizio pubblico, non costituisce una semplice servitù discontinua, che non può stabilirsi che per solo titolo, ma partecipa del carattere di via pubblica, e può in conseguenza acquistarsi col solo possesso. — *Corte di Cassazione di Francia. — Arresto del dì 14 gennaio 1843.*

(a) Questa decisione, emessa nella stessa causa, conferma la sentenza precedente. Il Merlin (*Quistioni di dritto*, articolo *servitù*, §. 3) è dello stesso avviso.

(N.° 8.)

Delle porzioni di terreno situate fuori del perimetro di di una strada regia, stabilita sul suolo di un'antica strada comunale, debbono reputarsi far parte del demanio pubblico come la strada stessa, ed esser quindi proprietà dello stato e non già del comune al quale apparteneva prima la strada, quante volte, dopo la novella destinazione della strada medesima, lo stato non ha cessato di godere di quelle porzioni di terreno. Quindi lo stato soltanto ha dritto alla indennità pagata da' proprietarî vicini, ai quali que' terreni sono ceduti per eseguirvi delle costruzioni. — *Corte di Cassazione di Francia (camera de' ricorsi.) — Arresto del dì 21 novembre 1843* (b).

(N.° 9.)

I proprietarî de' fondi attraversati da un corso d'acqua non han dritto di consumare tutte le acque in pregiudizio de' proprietarî de' fondi inferiori, i quali possono, ancorchè non posseggano che su di una sola sponda, dimandare una divisione delle acque che determini l'esercizio de' loro dritti.

Atteso che la legge mette l'acqua nel numero delle cose comuni, e che *i proprietarî delle sponde di una corrente hanno un egual dritto all' uso delle acque sebbene non esercitino al tempo stesso questo dritto.*

Che se pel vantaggio della sua posizione topografica il proprietario del fondo superiore esercita il suo dritto prima de' proprietarî de' fondi inferiori, non è perciò meno obbligato dopo essersi servito delle acque pel suo uso, nell' interesse dell' agricultura e dell' industria, di restituirle al letto ordinario perchè i proprietarí de' fondi inferiori possano alla loro volta goderne.

Che se il dritto del proprietario del fondo superiore è più esteso allorchè esso possiede sulle due sponde, se esso può in quel caso rivolgere il letto della corrente nell' estensione del suo dominio e far deviare le acque per usarne, ha però sempre l' obbligo di ristabilire questo letto e restituir queste acque al corso ordinario all' uscire dalle sue proprietà ;

Che se questo proprietario non può essere obbligato a rendere la stessa quantità d' acqua che ha ricevuta, o una quantità d' acqua determinata, ha però l' obbligo di usare in modo del suo dritto da lasciare, in giusta proporzione, ai

(b) Questo arresto ne conferma un altro della Corte reale di Amiens del 7 agosto 1841, che giudicò in appello contro una sentenza del tribunal civile di Laon, che decideva essere l' indennità dovuta al comune.

In una quistione simile la Corte di Cassazione, con arresto del 10 maggio 1841, avea deciso in senso contrario, però in quel caso il comune e non lo stato avea continuato ad esercitare degli atti di possesso su' terreni controversi.

proprietarî de' fondi inferiori l' esercizio de' loro dritti sulle acque.

Nè vale il dire in contrario che le opere del proprietario del fondo superiore debbano solo distruggersi quando esse sono inutili per esso, e fatte per nuocere a' fondi inferiori; che il proprietario del fondo inferiore non possa dimandare la divisione delle acque se non vi è un titolo o la destinazione del padre di famiglia; che l' articolo 645 del Codice Civile (567 LL. CC.) abbia il solo risultato di reprimere l' abuso che il proprietario superiore potrebbe fare del dritto stabilito dall' articolo 644 (566).

Dappoichè i tribunali debbono in caso di contestazione fra' proprietarî intorno all' uso comune o successivo delle acque, conciliare l' interesse dell' agricoltura col rispetto dovuto alla proprietà, procedendo a regolare quest' uso, allorchè questo regolamento è richiesto dalle parti e riconosciuto necessario da' giudici per assicurare in giusta proporzione, per riguardo alle rispettive posizioni, l' uso delle acque a tutti coloro che vi han dritto. — *Corte di Cassazione di Francia* (*camera civile*). — *Arresto del dì 21 agosto 1844. — Causa Letanneur contro Combes e Depins* (a).

(N.° 10.)

Il padrone di un fondo attraversato da un corso di acqua e che lo ha sviato o per la irrigazione delle sue proprietà o per tutt' altro uso debbe ritornar le acque allorchè abbandonano il fondo.

Il semplice uso ch' egli ne faccia non produce contro di lui alcun' azione da parte di coloro che posseggono sulla linea inferiore del fiume, ma se lo sviamento delle acque abbia per effetto un notevole pregiudizio per costoro, hanno essi il dritto di adire il tribunale. In effetti secondo l' articolo 644 Codice Civile (566 LL. CC.) il proprietario superiore, se non è obbligato di rendere al proprietario inferiore la stessa quantità di acqua da lui ricevuta, dee non pertanto usare del suo dritto in maniera da conservare a questi l' esercizio del suo dritto sull'acqua istessa.

Il fatto che gli ostacoli interposti allo sviamento delle acque fossero un'opera non maliziosa del proprietario superiore, non potrebbe sottrarle all' azione di colui che riporta un danno da quelle innovazioni. — *Corte di Cassazione di Francia* (*camera di ricorsi*). — *Arresto del dì 27 marzo 1849* (b).

(a) Questo arresto cassa un arresto della corte reale di Tolosa del 23 giugno 1840. La corte reale di Montpellier il dì 19 agosto 1845 giudicò essere il dritto del proprietario superiore che possiede sulle due sponde molto più esteso di quello del proprietario inferiore che possiede da un solo lato, e non potersi quindi prender per base della divisione delle acque l' estensione relativa dei fondi e la loro natura; ordinò nondimeno un regolamento di acqua per mezzo di periti. La Corte di Cassazione con un novello arresto della camera de' ricorsi del dì 8 luglio 1847 conferma il giudizio della Corte reale di Montpellier, perchè questa non ha deciso essere illimitato il dritto del proprietario superiore.

(N.° 11.)

I corsi d' acqua non navigabili non sono proprietà dei possessori delle sponde; e quindi nel caso di espropriazione, per causa di pubblica utilità, di un terreno attraversato da un corso d' acqua, l' espropriato non ha diritto ad indennità per la privazione del letto del fiume.

Atteso che un corso d' acqua si compone dell' acqua e del letto sul quale essa scorre, e che perciò, *a meno di una volontà contraria formalmente espressa dalla legge, sì l' una che l' altro debbono essere retti da identiche disposizioni.*

Che l' articolo 644 del Codice Civile (566 LL. CC.) *conferisce a colui lungo il cui fondo scorre un' acqua corrente* il dritto di servirsi dell' acqua *nel suo passaggio per la irrigazione della sua proprietà, ed a quelli di cui quest' acqua attraversa i fondi, il dritto di usarne nell' intervallo in cui vi trascorre, coll' obbligo di restituirla, all' uscita da' loro fondi, al corso ordinario;*

Che questi dritti di uso, *specificati e limitati, escludono il dritto di* proprietà *sul corso d' acqua;*

Che, secondo l' articolo 563 del Codice stesso (488 LL. CC.), allora quando un fiume o una riviera, ancorchè non navigabile nè atta a' trasporti si forma un novello corso abbandonando l' antico letto, i proprietarî de' fondi occupati prendono a titolo d' indennità l' antico letto abbandonato.

Che questa attribuzione fatta dalla legge, dimostra ch'essa non considera l' antico letto abbandonato come appartenente a' proprietarî de'fondi posti lungo le sponde di questo antico letto.

Che i corsi d'acqua non navigabili nè atti a'trasporti non appartenendo a' proprietari delle sponde per le citate disposizioni, rientrano nella classe delle cose che a' termini dell' articolo 714 del Codice Civile (634 LL. CC.) non appartengono ad alcuno, delle quali l' uso è comune a tutti ed il godimento è regolato da leggi di polizia.

Che in verità, le cose alle quali si applica l'articolo 713 sono ben distinte da' beni che per l' art. 714 non avendo padrone appartengono allo stato.

Ma che basta che la legge rifiuti a' proprietarî delle sponde la proprietà de' corsi d' acqua non navigabili nè atti a' trasporti, perchè non vi sia luogo ad accordar loro una indennità a ragione del letto formante parte integrante di questi

(b) Questo arresto è simile al precedente.

corsi d' acqua. — *Corte di Cassazione di Francia.* — *Arresto del dì 10 giugno 1846 contro Parmentier.* (a).

(N.° 12.)

Una servitù *altius non tollendi* esistente a favore di un edifizio, e di un giardino sopra un altro edifizio, e sopra un terreno contiguo, non puossi considerare estinta per la sola ragione che una strada sia stata aperta tra l'uno e l'altro fondo; perocchè questa nuova opera ha recato un vantaggio ancora più grande al proprietario del fondo dominante; ed anche perchè la nuova strada dando l'occasione ad altre costruzioni sul fondo che soffre la servitù e potendo così scemarsi il vantaggio del prospetto che gode il primo, il proprietario di questo ha più interesse a conservare la servitù *altius non tollendi*. In effetti che importa per la conservazione di questa servitù, che un fatto non preveduto venga a crescere i vantaggi di luce e di prospetto che ha il fondo dominante? Dichiarare adunque estinta la servitù per siffatti motivi, è violare gli articoli 686, e 701 del Codice Civile (607 e 622 LL. CC.) o falsamente applicare gli articoli 703 e 637 dello stesso (624 e 559 LL. CC.). — *Corte di Cassazione di Francia* (*camera de' ricorsi*). — *Bullettino del 16 21 e 23 gennaio 1850.*

(N.° 13.)

Quando senza dritto, e di mala fede alcuno innalzi nuove costruzioni nel fondo altrui, il proprietario di questo ha la scelta o di obbligarlo a demolire le costruzioni e trasportarne altrove i materiali, ovvero di conservarle, pagando al costruttore di mala fede il prezzo de' materiali e della mano d'opera. Una Corte di Appello non potrebbe senza violare l'art. 555 del Codice Civile (480 LL. CC.) sostituire a questa obbligazione del costruttore di mala fede l'altra di fare, cioè, un pagamento a misura dell'utilità reale che gli viene dalle nuove costruzioni e da' miglioramenti che trae dalla proprietà altrui. — *Corte di Cassazione di Francia* (*camera de' ricorsi*) — *Bullettino del 16, 21 e 23 gennaio 1850.*

(N.° 14.)

La servitù di acquedotto non si può acquistare ai termini dell'art. 642 del Codice Civile (564 LL. CC.) in forza di prescrizione se non in quanto colui, il quale pretende aver dritto a tale servitù abbia fatto opere apparenti destinate a facilitare la caduta del corso delle acque di sua proprietà: ma l'esecuzione di tali opere non basterebbe a far acquistare la prescrizione della servitù, ove si venisse a stabilire ch' esse siano state condotte con la semplice tolleranza del proprietario superiore, e che il possesso ne sia puramente precario. Nulladimeno anche a voler supporre, che allo incominciamento di questa servitù sia attaccato un principio di precarietà, pure non sarebbe questa una ragione per accogliere la prescrizione, se dopo i primi lavori, i quali non sarebbero che l'effetto di una semplice tolleranza da parte del proprietario superiore, il proprietario inferiore abbia fatto nuove opere tenute in possesso *animo domini*, e i giudici del fatto non si sieno fondati sopra altro elemento legale, che sopra questo possesso e non abbian tenuto conto del possesso anteriore, l'efficacia del quale veniva posta in dubbio. — *Corte di Cassazione di Francia* (*camera de' ricorsi*. — *Bullettino del 6, 11, 18, 25 e 26 febbraio 1850.*

(a) Questo arresto annulla un arresto in senso contrario della Corte reale di Amiens del dì 28 gennaio 1847. Il tribunale di Vervins in prima istanza avea anche giudicato non doversi indennità.

Decisioni ammistrative.

(N.° 1.)

Un aumento notabile ne' lavori preveduti nel progetto e con più forte ragione delle circostanze di forza maggiore, rendono senza effetto una clausola stipulata, colla quale si stabiliva una ritenuta sul prezzo de' lavori, pel caso che questi non fossero terminati per una data epoca. — Allorchè de' cambiamenti apportati nel progetto hanno dato luogo a novelli profili e che questi non sono stati comunicati all'appaltatore, il quale non è stato chiamato nella verificazione della misura, devesi procedere ad una novella verificazione. — *Ordinanza del dì 29 gennaio 1841 che conferma un arresto dal Consiglio di Prefettura d'Indre-et-Loire del dì 26 luglio 1838 a favore de' sig. Barras e Bridier.*

(N.° 2.)

L'amministrazione deve pagare il valore de' materiali che fa estrarre da una proprietà privata, quante volte in quella vi sia una cava in uso; deve considerarsi come tale anche una cava aperta dall'ammistrazione della quale però essa non si serve esclusivamente. Il prezzo a pagarsi è quello col quale si pagano que' materiali nella contrada. — *Ordinanza del dì 15 luglio 1841 che conferma a favore del sig. Asté un arresto del Consiglio di Prefettura del Lot-et-Garonne del dì 3 luglio 1838.*

(N.° 3.)

Per la medesima quistione l'indennità è dovuta ancorchè l'uso della cava non sia continuo e regolare, essendo anche sufficiente che esso abbia avuto luogo a lunghi in-

tervalli di tempo. — *Ordinanza del dì 30 novembre 1841 che modifica a favore de' sig. Mercier - Lavendée un arresto del Consiglio di Prefettura del Maine - et - Loire del dì 27 gennaio 1840.*

(N.° 4.)

Lo stato non è obbligato a fare eseguire i lavori necessarî a riparare i danni cagionati da opere di pubblica utilità. Esso deve soltanto una indennità pecuniaria da pagarsi una sola volta.—*Ordinanza del 9 giugno 1842 che conferma contro la comune di Pouillenay un arresto del Consiglio di Prefettura della Côte - d' Or del dì 29 ottobre 1840.*

(N.° 5.)

Da' prezzi de' lavori non compresi nel progetto primitivo e fissati posteriormente deve dedursi il ribasso apportato dall' appaltatore sull' importare di quel progetto, quante volte nel determinarsi que' prezzi vi si sia aggiunto il valore di quel ribasso ed il decimo di beneficio per l' appaltatore. — *Ordinanza del dì 2 giugno 1843 che modifica contro il sig. Villasèque - Gavalda un arresto del Consiglio di Prefettura de' Pirenei Orientali del dì 14 decembre 1840.*

(N.° 6.)

I cambiamenti apportati al progetto non danno dritto ad un appaltatore a reclamare un' indennità, se non quando sono giustificati da un ordine scritto degli ingegneri. — L' appaltatore è responsabile de' materiali preparati sino a che essi sieno definitivamente ricevuti dall'amministrazione. — Allorchè i materiali eccedono le dimensioni fissate nel progetto, gl' ingegneri sono autorizzati a dedurre dal loro valore la spesa necessaria per ridurli a quelle dimensioni.— L'amministrazione non è obbligata ad acquistare i materiali e gli utensili dell' appaltatore che nel solo caso di cessazione assoluta di lavori, e non nel caso di sospensione temporanea. — *Ordinanza del dì 30 giugno 1843 che conferma contro il sig. Blandeau un arresto del Consiglio di Prefettura della Dordogna del 14 ottobre 1840.*

(N.° 7.)

Allorchè de' lavori sono messi in danno di un appaltatore, senza che questi sia stato prima messo in mora e che gli sia stato fissato un termine, esso non deve subire le conseguenze della messa in danno ed i lavori eseguiti debbono rimanere a carico dello stato. — L' uso di materiali più costosi non dà diritto a compenso all' appaltatore se non è giustificato da un ordine scritto degl' ingegneri. — In caso di contestazioni intorno al volume di riporti di terra, se l' amministrazione non giustifica, con misure o stati, il volume realmente eseguito, essa è obbligata a pagare all' appaltatore il volume di riporto segnato nel progetto. — L' appaltatore non può richiedere un aumento di prezzo pel trasporto del materiale necessario ad un riporto di terra, a cagione di una distanza maggiore di quella indicata nel progetto, se non giustifica la necessità di prendere il materiale a questa distanza maggiore. — L' amministrazione deve un compenso pel deterioramento materiale degli utensili di un appaltatore dei quali si è servita per lavori eseguiti in economia. — I prezzi del progetto non possono modificarsi in pregiudizio dell' appaltatore nè a suo vantaggio, sotto il pretesto di errore, anche materiale, commesso nella composizione di questi prezzi. — I ritardi che soffre la liquidazione di un appalto, a cagione della natura e del numero de' reclami presentati, non danno dritto all' appaltatore di ottenere un'indennità, quando la maggior parte de' suoi reclami sono stati rigettati. — *Ordinanza del dì 6 giugno 1844 che modifica in favore del sig. Lesellier un arresto del Consiglio di Prefettura dell' Ain del dì 30 maggio 1839.*

(N.° 8.)

Allorchè un progetto stabilisce un solo prezzo di sterro, senza distinguere la natura de' terreni, l' appaltatore non può pretendere un prezzo più elevato per le difficoltà impreviste risultanti dalla presenza di antiche costruzioni nel terreno nel quale doveva eseguirsi lo sterro. — Esso non ha dritto ad indennità per un aumento di sterro, in seguito di modificazione della traccia primitiva, allorchè questa modificazione non è giustificata da un ordine degli ingegneri. — Non può l'appaltatore pretendere un'indennità per la sostituzione di un riporto di terra portato via dalle acque di un fiume o dalle piogge, quante volte non ha fatto verificare il danno per forza maggiore nel termine fissato dalle condizioni generali.—*Ordinanza del dì 29 giugno 1844 che conferma un arresto del Consiglio di Prefettura di Vaucluse del dì 16 gennaio 1840 contro il sig Sicaud.*

(N.° 9.)

Allorchè si eseguono de' lavori non preveduti nel progetto, i prezzi di questi debbono determinarsi per assimilazione co' prezzi de' lavori che più ad essi si approssimano fra quelli che nel progetto sono contemplati; nel solo caso che vi sia assoluta impossibilità di assimilazione si potrà determinar questi prezzi con una valutazione contraddittoria.—*Ordinanza del dì 26 agosto 1846 che conferma un arresto del Consiglio di Prefettura de' Pirenei Orientali contro i sig. Pierron e Mangini.*

(N.° 10.)

Allorchè in una misura accettata dall'appaltatore l'amministrazione scopre un errore di calcolo a suo danno e ne dimanda la correzione, l'appaltatore ha dritto a far correggere anche gli errori di calcolo che potessero esservi in suo pregiudizio; esso non può però dimandare in questa occasione la correzione delle omissioni che possono esservi nella misura accettata, a meno che i lavori omessi non si trovassero notati in qualche misura o libretto precedente. — *Ordinanza del dì 10 decembre 1846 che modifica contro il sig. Arpet un arresto del Consiglio di Prefettura dell' Allier.*

(N.° 11.)

Un proprietario che ha venduto un fondo allo stato per eseguirvi delle opere di pubblica utilità, e che volendo costruire in altri fondi contigui a quello venduto, dimanda ed ottiene dall' amministrazione l' indicazione della linea che deve seguire colle sue costruzioni (*un alignement*), non acquista perciò dritto ad essere compensato de'danni che possono produrre a queste costruzioni gli scavi, che l'amministrazione fa intraprendere nel fondo acquistato. Esso ha l' obbligo, conoscendo prima le opere che l' amministrazione ha progettate, di premunirsi contro questi danni nell'eseguire le sue costruzioni; nè potrà dire di avere usate tutte le possibili precauzioni, allorchè il fatto avrà dimostrate esser queste precauzioni insufficienti Il solo fatto della indicazione della linea (*alignement*) non obbliga l' amministrazione a nessuna responsabilità. — *Ordinanza del dì 7 decembre 1847 che conferma un arresto del Consiglio di Prefettura della Loire - Inferieure contro il sig. Simon.*

(N.° 12.)

La risoluzione di un contratto di appalto per non esecuzione di lavori non libera l' appaltatore che ne è stato causa dalla responsabilità de'danni che essa ha potuto produrre a' terzi. Può quindi l' amministrazione procedere contro di lui per essere rimborsata delle indennità pagate per questa causa. — *Ordinanza del dì 27 decembre 1847 che conferma due arresti del consiglio di Prefettura della Senna contro il sig. Saint - Selvi.*

(N.° 13.)

Coloro che hanno acquistato dallo stato la facoltà di derivare una quantità di acqua da un fiume navigabile; non hanno dritto a compenso per diminuzione di forza motrice cagionata da prese d'acqua fatte dall'amministrazione er alimentare un canale, quante volte la quantità d' acqua che ad essi rimane non è minore di quella fissata dalla concessione. — *Ordinanza del dì 27 decembre 1847 che conferma un arresto del Consiglio di Prefettura del Cher contro il sig. Aubertot e compagni.*

(N.° 14.)

Sebbene l' amministrazione abbia dritto (per arresto del 1745 e per la legge del 16 novembre 1807) a fare estrarre da un fondo privato i materiali necessari al mantenimento di una strada senza pagarne il valore, essa deve pagare però un' indennità allorchè si serve di materiali che un proprietario ha fatto raccogliere nel suo fondo. L' amministrazione non può entrare a distinguere se il proprietario abbia voluto servirsi de' materiali o se esso abbia avuto il solo oggetto di purgarne il fondo. L' indennità deve essere eguale alla spesa che l' amministrazione dovea sostenere per fare estrarre i materiali. — *Ordinanza del dì 27 maggio 1848 che annulla a favore del sig. Millet un arresto del Consiglio di Prefettura di Vaucluse.*

(N.° 15.)

Nel fissarsi l' indennità dovuta ad un proprietario pel danno diretto e materiale cagionato alla sua casa dal rialzamento di una via pubblica, deve tenersi conto, per farne deduzione, dell' aumento di valore che i lavori di rialzamento han potuto arrecare alla proprietà. — *Ordinanza del dì 22 luglio 1848 che annulla un arresto del Consiglio di Prefettura della Saône-et-Loire. — Causa Chauvin* (a).

(N.° 16.)

L' amministrazione è obbligata di indennizzare un appaltatore del pregiudizio arrecatogli per sospensione dei lavori. — Quante volte gl'ingegneri hanno permesso l'uso di materiali di dimensioni minori di quelle indicate nel progetto, i prezzi debbono esser diminuiti in proporzione. — I lavori non preveduti nel progetto non danno dritto ad indennità se le spese che essi han cagionate non sono segnate su notamenti tenuti sotto la vigilanza degli ingegneri. — *Ordinanza del 24 luglio 1848 che conferma un arresto del Consiglio di Prefettura del Pas-de-Calais. — Causa Prévost.*

(a) Questa ordinanza come molte altre nello stesso senso, è fondata sulla legge del 16 settembre 1807 la quale permette di far pagare per aumento di valore anche i proprietari che non sono toccati dalle opere. La legge del 3 maggio 1841 sulla espropriazione per causa di pubblica utilità nell' art. 51 dice anche formalmente che l' aumento di valore proveniente dalle opere deve prendersi in considerazione nel fissare l' indennità. Sebbene presso di noi non vi sia nessuna disposizione di legge sull' oggetto, abbiamo creduto utile riportare questa ordinanza essendo spesso agitata la quistione che in essa si risolve.

OSSERVAZIONI

Sul mantenimento delle strade inghiaiate;

Pel sig. Bonamy Ingegnere de' Ponti, e Strade.

(Annales des Ponts et Chaussées — 1847).

1.° *Sistema di mantenimento usato dal* 1838.

Tipo di strade inghiaiate in buono stato. — Dal 1838, cioè da nove anni, io sono incaricato delle strade della parte settentrionale del dipartimento della Loire-Inferieure. Durante questo lungo periodo io ho sempre ritenuto per principio, che il tipo delle strade inghiaiate in buono stato è una strada che non presenti, in tutte le stagioni, nè fango, nè polvere, nè ineguaglianze, nè solcature, nè parti mobili sotto le ruote delle vetture ed i piedi degli animali. È stato questo il punto di partenza de' miei ragionamenti e della mia pratica.

Sgombramento del detrito. — Quando venne fuori la circolare del signor Direttore generale de' ponti e strade e delle miniere, colla data de' 25 aprile 1839, la scopa era già in uso nel mio circondario. Questo strumento, ed il raschiatoio di ferro vi erano adoperati per togliere il detrito, in forma di polvere o di fango, sia liquido, sia compatto, in modo analogo alle prescrizioni della circolare.

Spandimento de' materiali. — 1.° Mantenimento di una superficie unita sulle strade, durante il consumo. — Come vien detto nella circolare citata, si possono adoperare e dirigere gli strumenti che servono a togliere il detrito, *in modo che spariscano le cavità, senza usare novello materiale*; verso questo scopo ho diretto costantemente tutt' i miei sforzi, ed io ritengo che sarebbe un cantoniere modello quello che mantenesse per tutto l' anno la strada affidatagli costantemente solida ed unita, senz' adoperare un solo metro cubico di materiali; ma nella pratica ciò non può ottenersi; si formano sempre, e per effetto di molte cagioni, delle cavità poco estese, poco profonde, è vero, ma se ne formano abbastanza, perchè sia difficile farle sparire senza adoperarvi nuovo materiale; questa sostituzione è da me diretta eslusivamente allo scopo di rendere alla strada la sua regolarità, e la sua superficie compatta, e non già a restituirle la spessezza perduta pel consumo. Durante un tempo umido, la strada essendo stata dapprima raschiata in grande per una piccola lunghezza, ed in seguito nettate la cavità di essa fino al vivo, tutta l'estensione della sua superficie è disgregata dal piccone del cantoniere; il materiale prodotto dall' uso del piccone è tolto dalle cavità per mezzo del raschiatoio ed anche della scopa; i materiali nuovi sono trasportati e versati, non nel cavo ma nell'intorno di esso; dopo, per mezzo del rastrello, sono portati nella cavità stessa, distribuendo i più grossi nel mezzo, i più piccoli ne' lati; si ha cura di comprimere bene i materiali; quelli che ha cacciati il piccone sono riportati col mezzo del rastrello sopra i materiali nuovi, in seguito si copre tutto col detrito proveniente anch' esso dal piccone; infine, con un pistone di legno del peso di 8 a 10 chilogrammi si ammassano, e si consolidano i materiali.

Ne' giorni seguenti a questa operazione, i cantonieri mantengono la regolarità del rappezzamento, continuando l'uso del pistone fino a che non sia perfettamente consolidato.

Ne' primi giorni dopo l' operazione di una rappezzatura, succede qualche volta che, per l' urto delle ruote e de' piedi degli animali, i materiali si spostano di molto, e tanto che non basta l' uso del pistone per ricondurli al loro posto; in questi casi si usa il raschiatoio di ferro, ma non mai il rastrello che disgrega que' materiali che han di già principiato a far presa, e si batte di nuovo.

Terminato il rappezzamento, il pezzo accomodato deve pareggiare esattamente la superficie superiore della strada, *nè più nè meno*.

Se si opera in tempo secco, e si ha dell' acqua in prossimità, s' inaffia il fondo del cavo scalpellato, e quindi il detrito sparso sulla superficie; occorrendo s' inaffierà anche ne' giorni seguenti.

Quando io fo rappezzare una strada costrutta e mantenuta con materiali teneri o con sabbia minuta, io limito la scalpellatura allo interno del cavo.

Non dovendo riempiere che degli abbassamenti di 2 o 3 centimetri al più di profondità, per una piccola estensione di superficie, e vietando espressamente di produrre un sollevamento là dove era il cavo, si comprenderà, che i materiali rotti di grandezza tale da poter passare per anelli di *sei centimetri* sono per me materiali troppo grossi; perciò durante la bella stagione ed il tempo delle gelate, io fo spesso rompere e ridurre da miei cantonieri a *quattro* centimetri di grossezza le pietre somministrate della grossezza di *sei* centimetri.

Mi affretto a dichiarare, che io devo la maggior parte de' mezzi pratici che ho descritto, a' procedimenti usati con molto successo nella Loire-Inferieure dal sig. de Chappotin.

2.° Restituzione della spessezza conveniente alle inghiaiate. — Si legge nella circolare del 25 aprile 1839:
» L' esperienza insegna che qualche tempo dopo che si
» è fatta una prima sostituzione di materiali, compariscono
» altre cavità nella superficie della strada, le quali spa-
» riscono poco a poco per l' effetto del passaggio delle
» vetture e del nettamento, ma delle quali si può profit-
» tare per aumentare la spessezza della strada facendovi
» nuove sostituzioni. »

È tale il procedimento prescritto per restituire alle strade la loro spessezza, secondo che il consumo tende a diminuirla; ciò val quanto dire che per guadagnare spessezza, bisogna, dove era un cavo stabilire un tenue sollevamento, che produrrà dappresso un altro cavo, che si dovrà pure rialzare. Io ho avuto sempre una invincibile ripugnanza ad ammettere come principio che, per riguadagnare la spessezza consumata, siavi bisogno di regolare il mantenimento in modo da produrre delle novelle cavità. Se si aggiunge a questa trista necessità l'inconveniente inevitabile di schiacciare, in pura perdita, sotto le ruote delle vetture una quantità considerabile di materiali, e di molestare le vetture in modo molto oneroso, malgrado il tempo e le cure adoperate a coprire di detrito ed a battere i materiali sostituiti, si comprenderà che la pratica mi ha condotto a preferire quest' altra asserzione, troppo assoluta forse, della circolare: « Togliendo continuamente » la polvere ed il fango, la strada può esser mantenuta » sempre compatta, ed atta al transito delle vetture . . . » Si può regolare il nettamento in modo che i cavi si » riempiano senza adoperare nuovi materiali. »

Gli stessi miei cantonieri, fin dal 1839, mi hanno mostrato il loro grande imbarazzo da che io chiedeva da essi cose inconciliabili, cioè: di regolare i nettamenti e le sostituzioni in modo da non avere nè ineguaglianze nè cavi; di riguadagnare la spessezza perduta col mezzo di rappezzamenti isolati e successivi; di modo che da quest' epoca (1839) io cessai quasi del tutto di parlar loro di spessezze a riguadagnare, non si trattò più che di mantener le strade compatte, atte al transito, col mezzo del raschiatoio e della scopa, e di sostituzioni piccole per quanto più fosse possibile. Io ho incoraggiato i cantonieri a seguire questo sistema, ed ho visto frequentemente, al termine di un inverno, un *cantone* avente quasi tutta la provvisione del materiale, ed il cantoniere interrogato da me rispondermi: Guardate la mia strada, dove vorreste che io ponessi i materiali?

Sulle strade poco frequentate, nelle quali il consumo annuale non è che di qualche millimetro, dove sono cavità che appena si avvertono, la difficoltà di riacquistare in ogni anno una spessezza costante con le sostituzioni parziali e di evitare lo schiacciamento di una gran parte de' materiali, con le vetture, sembra più insormontabile ancora.

Se gl' ingegneri non avvertono più spesso questa difficoltà, ciò deriva da che, quasi da per tutto, scientemente od anche senza pensarvi, non si riacquista la spessezza delle coperture delle strade, ma si conserva l'eguaglianza della superficie col consumo. Gli scandagli fatti in molti dipartimenti, i reclami che si avanzano da tutte le parti, intorno alla diminuzione delle coperture ed alla insufficienza de' fondi di mantenimento, provano la verità della mia asserzione.

Con questo sistema di sostituzione di materiali, io fo consumare le mie strade parallellemente a loro stesse; e quindi son costretto, in ogni anno, di concentrare l'eccedenza delle mie provviste di materiali sulle parti della strada che più han sofferto diminuzione di spessezza, e di procedere a ciò d' una maniera *completamente inversa*, operando, se non con spandimenti generali, almeno con grandi sostituzioni, coperte di detrito e fortemente battute per tutt' i giorni sino a che i materiali non abbian fatto una perfetta presa; queste sostituzioni sono allora fatte con lo scopo speciale di rendere alla strada la sua spessezza; ma io nondimeno ho gran cura di rappresentare questo mezzo a' miei cantonieri come un' eccezione alla regola. Allora essi si avveggono di tutti gl' inconvenienti di questo sistema di sostituzione; a dispetto de'loro sforzi e dell' uso del pistone, i materiali si spostano e si schiacciano sotto le ruote, si riuniscono in un solo lato della strada, lasciando l' altro; il profilo trasversale di quest' ultima si altera, ed il cantoniere è qualche volta obbligato a togliere i materiali per cominciar da capo.

Insufficienza de' fondi destinati pel mantenimento. — Che che ne sia, con questo procedimento misto io ho mantenute le mie strade solide e belle senza altre risorse oltre quelle de' fondi assegnati pel mantenimento propriamente detto; ma l' insufficienza di queste risorse non mi permetteva, lasciando consumar le mie strade, di restituir loro periodicamente, per lunghezze successive, ciò che esse avean perduto col consumo durante alcuni anni consecutivi. Io fui fatto di ciò avvertito, dapprima per lo stato di certe porzioni che incominciavano a soffrire, non ostanti tutte le cure e la vigilanza che vi si usavano, ed in seguito da saggi. Io persisteva, *per le strade terminate*, a voler usare il solo mantenimento senza ricorrere a spandimenti generali, e mi sforzai a dimostrare l'insufficienza de' fondi di mantenimento.

Strade presto distrutte. — Infine, durante l' inverno dal 1845 al 1846 sulla strada regia n.° 137, da Bordeaux a Saint-Malo, a 12 chilometri da Nantes, con un transito di 240 vetture solamente per ogni ventiquattro ore, io ho veduto delle inghiaiate fatte di materiale minuto scomporsi *quasi subitamente*, ed esser solcate profondamente fino al suolo di fondazione. Nella primavera del 1846 io ho fatto fare da 100 in 100 metri degli scandagli su questa parte della strada n.° 137, e non vi ho trovato che una tenue spessezza, ridotta in molti punti a 6 o 7 centimetri.

Il limite di spessezza indispensabile erasi raggiunto, bisognava con le risorse ordinarie messe a mia disposizione rinunziare non solo a rimettere le spessezze perdute, ma anche a mantenere per lo avvenire la superficie delle mie strade in buono stato.

Spandimenti generali di materiali. — Dopo molte rimostranze, disperando di ottenere su'fondi di mantenimento i crediti necessari, io mi decisi a ricorrere a progetti

speciali di spandimenti generali. Questo sistema, complemento di quello del mantenimento giornaliero, si è cominciato a porre in pratica nel 1846 sulla strada n.° 137, col mezzo de' fondi di grandi riparazioni ; si continua così nel 1847 per la stessa strada , e si estenderà inevitabilmente alle altre strade del mio circondario.

Ma non è questo il mantenimento come lo intende l'amministrazione, compensando il consumo con risorse ordinarie; questo mezzo, ne' casi estremi , degli spandimenti generali di materiali, eseguiti con fondi speciali , usato in molti dipartimenti , rende interamente fittizî i risultati stampati della ripartizione della somma assegnata pel mantenimento annuale delle strade reali in ciascun dipartimento della Francia. In fatti, un dipartimento si riporta come avente strade belle, mantenute con poca spesa, mentre che in realtà non può mantenerle co'fondi ordinarî e deve ricorrere, spesso molto largamente, a risorse speciali , che non figurano ne'quadri della ripartizione di cui ho parlato; un altro dipartimento, per l'ostinazione a sperare di far fronte al consumo delle sue strade senza risorse straordinarie , sembra mantenerle con grande spesa e nondimeno si avvicina alla distruzione di tutte le sue vie di comunicazione.

Da ciò evidentemente nasce la confusione e l' impossibilità di stabilire un confronto fra i risultati del mantenimento stampati dall' amministrazione centrale.

Cilindro di compressione. — Si vede da ciò che precede, che se l'insufficienza de'fondi di mantenimento mi ha date molte cure , almeno ha avuto il vantaggio di condurmi, per la forza delle circostanze, da una parte a mantenere le mie strade solide e compatte consumandole, d'altro lato a ricostituirle col mezzo di spandimenti generali di materiali, immediatamente consolidati sia col pistone, sia col cilindro di compressione. In tal modo io sono stato messo in istato di paragonare il sistema di mantenimento sviluppato nella circolare del 25 aprile 1839 con quello che io sostengo al presente.

Pel consolidamento delle strade nuove e degli spandimenti di grande riparazione , si è introdotto successivamente l'uso dei cilindri di compressione quasi in tutt'i dipartimenti della Francia; sotto questo rapporto la quistione dell' uso del cilindro è oramai risoluta interamente a favore di questo procedimento.

In quanto all' uso di esso pel mantenimento, col mezzo di spandimenti generali di materiali , fatti ad intervalli determinati sul consumo della strada, e poscia compressi, quasi tutti gl' ingegneri che han reso conto negli *Annali* di esperienze ch' essi han fatte a tale oggetto , si accordano in proclamare i vantaggi di questo sistema pel tesoro, e sopra tutto pel commercio de' trasporti, l'accrescimento del quale è tanto intimamente connesso collo sviluppo della ricchezza pubblica; fra quest' ingegneri quelli che non emettono un avviso assoluto , dimandano altre esperienze su diversi punti della Francia.

Il generale Burgoyne , direttore generale delle strade in Irlanda, si dichiara in favore dell' applicazione del cilindro di compressione pel mantenimento delle strade inghiaiate (v. pag. 27).

Le esperienze fatte nel dipartimento delle Loire - Inferieure (de' quali in seguito io spero, per la parte che mi riguarda, fare oggetto di un articolo separato, per non complicare il presente) han contribuito a far sì che io fossi della stessa opinione.

I vantaggi principali dell' uso del cilindro sono:

1.° Di poter aprire immediatamente al transito una strada consolidata , regolare , compatta e perfettamente resistente.

2.° Di produrre la unione de'materiali quasi senza schiacciamento.

3.° Di procurare una strada di composizione più uniforme ; con una proporzione determinata di detrito , quella cioè necessaria alla unione de'materiali; con una solidità , perciò appunto, molto grande al confronto di quella delle strade nelle quali i materiali fanno presa per l' azione sola del transito delle vetture; con consumo più uniforme e con bisogno molto minore di mantenimento tanto pe' materiali che per la mano d' opera.

2.° *Nuovo sistema di mantenimento.*

L'uso del cilindro di compressione nel mantenimento delle strade inghiaiate è stato già più volte proposto.

Questo sistema è stato descritto succintamente, ma molto esplicitamente dal sig. Dufresne , in un articolo inserito nel 1844 negli Annali di Ponti e Strade col titolo : *dell' uso del cilindro di compressione , pel mantenimento delle strade.*

Il sig. L' Eveillé in un suo articolo intitolato : *Inghiaiate dei Campi Elisi* (Annales 1846) , si esprime così :
» Il successo dell' operazione su queste strade, le più fre-
» quentate della Francia, mi sembra di tal natura da fare
» svanire tutte le incertezze, e da promuovere, per parte
» dell' amministrazione , una novella istruzione , che ria-
» biliti gli spandimenti generali, prescrivendo l' uso del
» cilindro di compressione. »

Fra gli altri ingegneri che si sono occupati di questo nuovo metodo di mantenimento, noi citeremo il signor Schérer (*Annales* 1843), ed i signori Jordan e E. Fournier (*Annales* 1846) ; tutti tre senza decisivamente dichiararsi per l' adozione generale di questo sistema , attendono nuove esperienze.

In quanto a me, non pretendo altro nel presente articolo, che cercare di determinare in modo preciso i mezzi proprî a sottoporre a regola e introdurre nel dominio della pratica questo nuovo sistema di mantenimento.

In forza delle considerazioni che ho sviluppate di sopra, io propongo di distinguere il mantenimento delle strade inghiaiate in due parti, delle quali una chiamerò mantenimento *giornaliero* e l' altra mantenimento *periodico*.

Mantenimento giornaliero.— Il mantenimento giornaliero consiste nel togliere continuamente la polvere ed il fango, col mezzo della scopa e del raschiatoio; nella conservazione della solidità e regolarità della superficie con queste due operazioni, dirette con accorgimento a questo duplice scopo, in modo da non adoperare materiali, se è possibile, od almeno da non adoperarne che la minima quantità possibile, quella cioè rigorosamente necessaria pel riempimento delle piccole cavità, quando non si può impedire che se ne formino.

Queste rappezzature, di piccolissima estensione, saranno poste con tutte le precauzioni che ho detto innanzi, in modo da innestarle immediatamente con la copertura ed accordarne il profilo con la superficie della strada senz' alcun alzamento nè abbassamento.

I materiali, essendo così destinati a riempiere piccoli cavi, dovranno essere rotti di tal grandezza da passare per anelli di quattro centimetri.

In questo mantenimento giornaliero il principio o lo scopo costante di tutte le cure, debb' essere di far consumare la copertura della strada uniformemente e parallelamente a se stessa, senza ineguaglianze nè cavità.

Mantenimento periodico.—Quando, dopo un certo numero di anni, la spessezza delle coperture delle strade, pel consumo, si sarà ridotta al limite al di sotto del quale non può giugnere senza inconvenienti, si renderà loro in una sola volta la spessezza massima richiesta, con spandimenti generali di materiali incorporati immediatamente, per mezzo di una materia addizionale di aggregazione e del cilindro di compressione.

I materiali da spandersi, non essendo destinati per piccole cavità, dovendo al contrario unirsi per formare con la materia di aggregazione e per mezzo della compressione, una specie di smalto di 8 a 10 centimetri di spessezza, saranno rotti in pezzi proporzionati per un anello di 6 centimetri; nondimeno in certi casi, per la pietra molto dura per esempio, converrà adoperare materiali rotti per anelli di 4 centimetri, unitamente ad altri rotti per anelli di 6 centimetri, acciò l' unione succeda meglio, e la perdita prodotta dallo schiacciamento sia minore.

Prima di fare lo spandimento de' materiali, ed in un tempo umido, le strade saranno nettate fino al vivo dai cantonieri aiutati da un numero sufficiente di operai ausiliari.

Lo spandimento della ghiaia e delle materie di aggregazione, e l' operazione di compressione col cilindro, saranno estranei al servizio de' cantonieri e de' loro ausiliari.

La quantità di materia di aggregazione, il numero delle volte che si dovrà far passare il cilindro, l'inaffiamento ec., dipenderanno dalla qualità de' materiali, e da' luoghi dove si opera.

In tal modo, senza schiacciamento di materiali, per così dire, senza ostacolo nè aumento di spese pel transito delle vetture, si ristabiliranno in una volta delle coperture, delle quali l'interno sarà metodicamente e ragionevolmente stabilito, e che presenteranno tutta la solidità e l'eguaglianza desiderabile.

I cantonieri ed i loro ausiliari riprenderanno immediatamente le cure di queste porzioni, così ridotte dagli spandimenti generali de' materiali, per le quali comincerà un novello periodo di *mantenimento giornaliero.*

Di modo che, per la pratica de'cantonieri, si avrà questo gran vantaggio di non aversi che un sistema di mantenimento uniforme, semplice, alla portata della loro intelligenza, al sicuro di tutte le complicazioni e della maggior parte de' difetti inerenti al metodo di rendere annualmente alle strade una spessezza costante.

Marciapiedi nella campagna.—Per evitare di abbassare od innalzare i laterali per porli d' accordo col livello variabile dell' inghiaiata, converrà, col mezzo de' prodotti del nettamento delle strade e de' fossi, di ridurli progressivamente a marciapiedi cui si appoggerà la copertura di ghiaia.

Questi marciapiedi una volta elevati, con questi depositi giornalieri, ad un'altezza stabilita e che non si farà variare, sorpasseranno il di sopra dell' inghiaiata per una quantità variabile, tra due limiti corrispondenti alla spessezza massima e minima della copertura, ciocchè non darà luogo ad inconvenienti.

Questi marciapiedi avranno d'altronde, di tanto in tanto, de' tagli o canaletti per lo scolo delle acque della strada, od anche meglio de' piccoli acquedotti di pietre a secco.

Questa disposizione presenterà il vantaggio di mantenere costantemente le vetture sulla parte inghiaiata, e di evitare il loro passaggio su' laterali, ove le ruote si caricano di terra e fango che portano poscia sull' inghiaiata.

Questi marciapiedi, che saranno il luogo di deposito de' materiali, renderanno isolati questi depositi dalla strada destinata per le vetture; infine faciliteranno la piantagione delle strade, ponendo gli alberi al sicuro dall' urto delle vetture medesime.

In qualche dipartimento, specialmente in quello di Maine-et-Loire, si è cominciato a cambiare i laterali in marciapiedi ombreggiati da alberi.

3.° *Valutazione dello stato discusso del mantenimento normale.*

Nel nuovo sistema, lo stato discusso del mantenimento normale d' una strada è la provvisione de' fondi annualmente necessari per far fronte nel tempo stesso alla spes

di mantenimento giornaliero, ed a quella degli spandimenti con compressione del cilindro da eseguirsi in un anno. Mi accingo a valutarlo.

Mano d'opera. — 1.° CANTONIERI — Per via di tentativi e con l'esperienza di qualche anno, si perviene a fissare la lunghezza de'tratti da affidarsi a'cantonieri; ciò dipende dal clima, e dalla maggiore o minore vicinanza delle grandi città, dalla natura de' materiali, il consumo dei quali varia fra limiti molti estesi, in ragione della loro qualità; in questa ripartizione si deve sopra ogni altra cosa por mente a far sì che ciascun cantoniere abbia lavoro per tutto l'anno, anche per l'està; è quindi necesario che il tratto sia abbastanza lungo, perchè in questa stagione il cantoniere sia occupato in modo costantemente utile, dalle cure della strada e dal mantenimento de' suoi marciapiedi e fossi, che in ogni està esso deve ridurre al profilo stabilito.

2.° OPERAI AUSILIARI. — È ancora con l'esperienza di qualche anno che si giugne a determinare la somma da assegnarsi per operai straordinari. Il loro numero è molto variabile da un tratto all'altro, e molto variabile ancora in ragione delle stagioni, ma nell'intera strada la spesa che essi richieggono annualmente varia poco da un anno all' altro.

Somministrazione de'materiali. — 1.° MATERIALI DESTINATI AL MANTENIMENTO GIORNALIERO. — Generalmente, la somministrazione annuale de'materiali destinati pel mantenimento giornaliero sarà poco considerabile; essa dovrà calcolarsi in modo, che per tutto l'anno ogni cantoniere sia provveduto costantemente di materiali disponibili.

Come abbiam detto, il più abile cantoniere sarà quello che, a dati uguali, userà minor quantità di questi materiali; il loro consumo annuale è dunque anch'esso soggetto di osservazione diretta: l'esperienza di molti anni mi ha già fatto conoscere, che per lo insieme d'una medesima strada, questo consumo, ed in conseguenza la spesa che esso richiede, variano poco da un anno all' altro.

Rompendo questi materiali di grossezza tale da passare per anelli di 4 centimetri, e distribuendoli sulla strada in modo tutto diverso da quello che si usa per gli spandimenti generali, la loro somministrazione sarà l'oggetto di un contratto separato sopra di una serie di prezzi, per la durata di quattro o cinque anni.

2.° MATERIALI DESTINATI AL MANTENIMENTO PERIODICO. — Io stabilirò, per fissare le idee, de'dati che rappresentano ciò che conviene, secondo me, al dipartimento della Loire-Inferieure; sarà facile poscia generalizzarne i risultati.

Una copertura, dopo esser stata compressa e consolidata dal cilindro, deve avere 20 centimetri di spessezza quando si apre al transito. Si può, senza il menomo sensibile inconveniente, tanto per la bontà della strada quanto per la comodità del transito, anche nelle vicinanze delle grandi città, far consumare lo strato in modo progressivo e parallelamente a se stesso, fino a ridurlo alla spessezza minima di 10 centimetri: io propongo questo limite per evitare ogni errore, quantunque io abbia veduto in molti punti delle strade della Loire - Inferieure, delle coperture ridotte a 6 o 7 centimentri di spessezza, mantenersi belle nello inverno come nell' està.

Ciò posto, importa conoscere la durata del periodo del mantenimento giornaliero, cioè il numero di anni dopo de'quali la copertura di una strada si riduce da 20 a 10 centimetri di spessezza; per raggiungere questo scopo e per la ragione non meno importante di conoscere il grado di consumo delle strade in Francia, l'amministrazione centrale, secondo me, deve prescrivere de'saggi generali da 100 in 100 metri per tutta la larghezza dell'inghiaiata, e per tutta la sua spessezza fino al terreno naturale.

Una livellazione per lungo sarà fatta, con doppio profilo trasversale per ciascun ectometro, l'uno inferiore che dà il profilo del fondo dello incasso, e l'altro superiore che dà il rilievo trasversale della superficie della strada. Questi due profili trasversali saranno d'altronde riferiti in modo invariabile ad un limite ectometrico posto fuori de' fossi.

Queste livellazioni firmate, con la indicazione del giorno, dall' ingegnere in capo e dall' ingegnere ordinario, saran classificate man mano negli archivî di quest' ultimo.

Con l'aiuto di questi dati statistici, dopo alcuni anni, senza novelli scandagli, ma prendendo soltanto il rilievo della strada per rapporto a' segni ectometrici, si potrà scorgere direttamente la diminuzione di spessezza, ed in conseguenza la spessezza rimasta; per quanti più anni saran decorsi tanto maggiore sarà stata la diminuzione di spessezza, e quindi il risultato che se ne dedurrà col calcolo, per un anno solo, sarà tanto più esatto; quest' ultimo risultato non rappresenterà il consumo annuale dei materiali; bisognerebbe per avere la cifra di questo consumo, aggiungere al volume dello strato consumato la quantità di materiale adoperato in un anno pel mantenimento giornaliero. Ma questo consumo totale annuo di materiali non è, secondo me, l'elemento importante; l'elemento necessario è il numero di anni decorsi per ridursi la spessezza dal massimo di 20 centimetri al minimo di 10: questo numero di anni, cioè la durata del periodo del mantenimento giornaliero, si dedurrà dalle osservazioni dirette, per mezzo di una semplice proporzione.

Ora consideriamo, per esempio, una porzione di strada di 10 000 metri di lunghezza, per la quale il periodo di mantenimento giornaliero siasi trovato esser di cinque anni; la copertura perdendo $0.^{m}$ 10 di spessezza in cinque anni, perderà $0^{m}.02$ per ogni anno.

In vece di eseguire lo spandimento su 10 000 metri in una sola volta, al termine del periodo di cinque anni, ammettiamo che questa lunghezza sia divisa in cinque parti di 2 000 metri, in ciascuna delle quali la co-

In forza delle considerazioni che ho sviluppate di sopra, io propongo di distinguere il mantenimento delle strade inghiaiate in due parti, delle quali una chiamerò mantenimento *giornaliero* e l'altra mantenimento *periodico*.

Mantenimento giornaliero.— Il mantenimento giornaliero consiste nel togliere continuamente la polvere ed il fango, col mezzo della scopa e del raschiatoio; nella conservazione della solidità e regolarità della superficie con queste due operazioni, dirette con accorgimento a questo duplice scopo, in modo da non adoperare materiali, se è possibile, od almeno da non adoperarne che la minima quantità possibile, quella cioè rigorosamente necessaria pel riempimento delle piccole cavità, quando non si può impedire che se ne formino.

Queste rappezzature, di piccolissima estensione, saranno poste con tutte le precauzioni che ho detto innanzi, in modo da innestarle immediatamente con la copertura ed accordarne il profilo con la superficie della strada senz' alcun alzamento nè abbassamento.

I materiali, essendo così destinati a riempiere piccoli cavi, dovranno essere rotti di tal grandezza da passare per anelli di quattro centimetri.

In questo mantenimento giornaliero il principio e lo scopo costante di tutte le cure, debb' essere di far consumare la copertura della strada uniformemente e parallelamente a se stessa, senza ineguaglianze nè cavità.

Mantenimento periodico.—Quando, dopo un certo numero di anni, la spessezza delle coperture delle strade, pel consumo, si sarà ridotta al limite al di sotto del quale non può giugnere senza inconvenienti, si renderà loro in una sola volta la spessezza massima richiesta, con spandimenti generali di materiali incorporati immediatamente,. per mezzo di una materia addizionale di aggregazione e del cilindro di compressione.

I materiali da spandersi, non essendo destinati per piccole cavità, dovendo al contrario unirsi per formare con la materia di aggregazione e per mezzo della compressione, una specie di smalto di 8 a 10 centimetri di spessezza, saranno rotti in pezzi proporzionati per un anello di 6 centimetri; nondimeno in certi casi, per la pietra molto dura per esempio, converrà adoperare materiali rotti per anelli di 4 centimetri, unitamente ad altri rotti per anelli di 6 centimetri, acciò l' unione succeda meglio, e la perdita prodotta dallo schiacciamento sia minore.

Prima di fare lo spandimento de' materiali, ed in un tempo umido, le strade saranno nettate fino al vivo dai cantonieri aiutati da un numero sufficiente di operai ausiliari.

Lo spandimento della ghiaia e delle materie di aggregazione, e l' operazione di compressione col cilindro, saranno estranei al servizio de' cantonieri e de' loro ausiliari.

La quantità di materia di aggregazione, il numero delle volte che si dovrà far passare il cilindro, l'inaffiamento ec., dipenderanno dalla qualità de' materiali, e da' luoghi dove si opera.

In tal modo, senza schiacciamento di materiali, per così dire, senza ostacolo nè aumento di spese pel transito delle vetture, si ristabiliranno in una volta delle coperture, delle quali l'interno sarà metodicamente e ragionevolmente stabilito, e che presenteranno tutta la solidità e l'eguaglianza desiderabile.

I cantonieri ed i loro ausiliari riprenderanno immediatamente le cure di queste porzioni, così ridotte dagli spandimenti generali de' materiali, per le quali comincerà un novello periodo di *mantenimento giornaliero*.

Di modo che, per la pratica de'cantonieri, si avrà questo gran vantaggio di non aversi che un sistema di mantenimento uniforme, semplice, alla portata della loro intelligenza, al sicuro di tutte le complicazioni e della maggior parte de' difetti inerenti al metodo di rendere annualmente alle strade una spessezza costante.

Marciapiedi nella campagna.—Per evitare di abbassare od innalzare i laterali per porli d' accordo col livello variabile dell' inghiaiata, converrà, col mezzo de' prodotti del nettamento delle strade e de' fossi, di ridurli progressivamente a marciapiedi cui si appoggerà la copertura di ghiaia.

Questi marciapiedi una volta elevati, con questi depositi giornalieri, ad un' altezza stabilita e che non si farà variare, sorpasseranno il di sopra dell' inghiaiata per una quantità variabile, tra due limiti corrispondenti alla spessezza massima e minima della copertura, ciocchè non darà luogo ad inconvenienti.

Questi marciapiedi avranno d'altronde, di tanto in tanto, de' tagli o canaletti per lo scolo delle acque della strada, od anche meglio de' piccoli acquedotti di pietre a secco.

Questa disposizione presenterà il vantaggio di mantenere costantemente le vetture sulla parte inghiaiata, e di evitare il loro passaggio su' laterali, ove le ruote si caricano di terra e fango che portano poscia sull' inghiaiata.

Questi marciapiedi, che saranno il luogo di deposito de' materiali, renderanno isolati questi depositi dalla strada destinata per le vetture; infine faciliteranno la piantagione delle strade, ponendo gli alberi al sicuro dall' urto delle vetture medesime.

In qualche dipartimento, specialmente in quello di Maine-et-Loire, si è cominciato a cambiare i laterali in marciapiedi ombreggiati da alberi.

3.° *Valutazione dello stato discusso del mantenimento normale.*

Nel nuovo sistema, lo stato discusso del mantenimento normale d' una strada è la provvisione de' fondi annualmente necessari per far fronte nel tempo stesso alla spesa

di mantenimento giornaliero, ed a quella degli spandimenti con compressione del cilindro da eseguirsi in un anno. Mi accingo a valutarlo.

Mano d'opera. — 1.° Cantonieri — Per via di tentativi e con l'esperienza di qualche anno, si perviene a fissare la lunghezza de'tratti da affidarsi a'cantonieri; ciò dipende dal clima, e dalla maggiore o minore vicinanza delle grandi città, dalla natura de' materiali, il consumo dei quali varia fra limiti molti estesi, in ragione della loro qualità; in questa ripartizione si deve sopra ogni altra cosa por mente a far sì che ciascun cantoniere abbia lavoro per tutto l'anno, anche per l'està; è quindi necesario che il tratto sia abbastanza lungo, perchè in questa stagione il cantoniere sia occupato in modo costantemente utile, dalle cure della strada e dal mantenimento de' suoi marciapiedi e fossi, che in ogni està esso deve ridurre al profilo stabilito.

2.° Operai ausiliari. — È ancora con l'esperienza di qualche anno che si giugne a determinare la somma da assegnarsi per operai straordinari. Il loro numero è molto variabile da un tratto all'altro, e molto variabile ancora in ragione delle stagioni, ma nell'intera strada la spesa che essi richieggono annualmente varia poco da un anno all' altro.

Somministrazione de'materiali. — 1.° Materiali destinati al mantenimento giornaliero. — Generalmente, la somministrazione annuale de'materiali destinati pel mantenimento giornaliero sarà poco considerabile; essa dovrà calcolarsi in modo, che per tutto l'anno ogni cantoniere sia provveduto costantemente di materiali disponibili.

Come abbiam detto, il più abile cantoniere sarà quello che, a dati uguali, userà minor quantità di questi materiali; il loro consumo annuale è dunque anch'esso soggetto di osservazione diretta: l'esperienza di molti anni mi ha già fatto conoscere, che per lo insieme d'una medesima strada, questo consumo, ed in conseguenza la spesa che esso richiede, variano poco da un anno all' altro.

Rompendo questi materiali di grossezza tale da passare per anelli di 4 centimetri, e distribuendoli sulla strada in modo tutto diverso da quello che si usa per gli spandimenti generali, la loro somministrazione sarà l'oggetto di un contratto separato sopra di una serie di prezzi, per la durata di quattro o cinque anni.

2.° Materiali destinati al mantenimento periodico. — Io stabilirò, per fissare le idee, de'dati che rappresentano ciò che conviene, secondo me, al dipartimento della Loire-Inferieure; sarà facile poscia generalizzarne i risultati.

Una copertura, dopo esser stata compressa e consolidata dal cilindro, deve avere 20 centimetri di spessezza quando si apre al transito. Si può, senza il menomo sensibile inconveniente, tanto per la bontà della strada quanto per la comodità del transito, anche nelle vicinanze delle grandi città, far consumare lo strato in modo progressivo e parallelamente a se stesso, fino a ridurlo alla spessezza minima di 10 centimetri: io propongo questo limite per evitare ogni errore, quantunque io abbia veduto in molti punti delle strade della Loire-Inferieure, delle coperture ridotte a 6 o 7 centimentri di spessezza, mantenersi belle nello inverno come nell' està.

Ciò posto, importa conoscere la durata del periodo del mantenimento giornaliero, cioè il numero di anni dopo de'quali la copertura di una strada si riduce da 20 a 10 centimetri di spessezza; per raggiungere questo scopo e per la ragione non meno importante di conoscere il grado di consumo delle strade in Francia, l'amministrazione centrale, secondo me, deve prescrivere de' saggi generali da 100 in 100 metri per tutta la larghezza dell'inghiaiata, e per tutta la sua spessezza fino al terreno naturale.

Una livellazione per lungo sarà fatta, con doppio profilo trasversale per ciascun ectometro, l'uno inferiore che dà il profilo del fondo dello incasso, e l'altro superiore che dà il rilievo trasversale della superficie della strada. Questi due profili trasversali saranno d'altronde riferiti in modo invariabile ad un limite ectometrico posto fuori de' fossi.

Queste livellazioni firmate, con la indicazione del giorno, dall' ingegnere in capo e dall' ingegnere ordinario, saran classificate man mano negli archivî di quest' ultimo.

Con l'aiuto di questi dati statistici, dopo alcuni anni, senza novelli scandagli, ma prendendo soltanto il rilievo della strada per rapporto a' segni ectometrici, si potrà scorgere direttamente la diminuzione di spessezza, ed in conseguenza la spessezza rimasta; per quanti più anni saran decorsi tanto maggiore sarà stata la diminuzione di spessezza, e quindi il risultato che se ne dedurrà col calcolo, per un anno solo, sarà tanto più esatto; quest' ultimo risultato non rappresenterà il consumo annuale dei materiali; bisognerebbe per avere la cifra di questo consumo, aggiungere al volume dello strato consumato la quantità di materiale adoperato in un anno pel mantenimento giornaliero. Ma questo consumo totale annuo di materiali non è, secondo me, l'elemento importante; l'elemento necessario è il numero di anni decorsi per ridursi la spessezza dal massimo di 20 centimetri al minimo di 10: questo numero di anni, cioè la durata del periodo del mantenimento giornaliero, si dedurrà dalle osservazioni dirette, per mezzo di una semplice proporzione.

Ora consideriamo, per esempio, una porzione di strada di 10 000 metri di lunghezza, per la quale il periodo di mantenimento giornaliero siasi trovato esser di cinque anni; la copertura perdendo 0.^{m} 10 di spessezza in cinque anni, perderà 0^{m}.02 per ogni anno.

In vece di eseguire lo spandimento su 10 000 metri in una sola volta, al termine del periodo di cinque anni, ammettiamo che questa lunghezza sia divisa in cinque parti di 2 000 metri, in ciascuna delle quali la co-

pertura sarà preparata, al principio del periodo, in modo da avere rispettivamente la spessezza di $0^m.12$, $0^m.14$, $0^m.16$, $0^m.18$. e $0^m.20$.

Si spanderà il materiale alla fine di ciascun anno sopra di una di queste parti, in modo che le spessezze passeranno per le fasi successive indicate nel quadro seguente.

EPOCHE	1.ª parte	2.ª parte	3.ª parte	4.ª parte	5.ª parte
	met.	met.	met.	met.	met.
Al principio de' 5 anni	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20
dopo (prima dello spand.	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18
1 anno (dopo lo spand.	*0.20*	0.12	0.14	0.16	0.18
dopo (prima dello spand.	0.18	0.10	0.12	0.14	0.16
2 anni (dopo lo spand.	0.18	*0.20*	0.12	0.14	0.16
dopo (prima dello spand.	0.16	0.18	0.10	0.12	0.14
3 anni (dopo lo spand.	0.16	0.18	*0.20*	0.12	0.14
dopo (prima dello spand.	0.14	0.16	0.18	0.10	0.12
4 anni (dopo lo spand.	0.14	0.16	0.18	*0.20*	0.12
dopo (prima dello spand.	0.12	0.14	0.16	0.18	0.10
5 anni (dopo lo spand.	0.12	0.14	0.16	0.18	*0.20*

Si vede facilmente da questo quadro, che al termine di ciascun anno si eseguirà lo spandimento de' materiali sopra una delle cinque parti di 2 000 metri; che alla fine del periodo di cinque anni si sarà fatto lo spandimento sulla lunghezza totale di 10 000 metri; che a tale epoca le coperture avranno riacquistata la spessezza che aveano rispettivamente al principio del periodo; infine che la spesa per lo spandimento generale su' 10 000 metri sarà ripartita in cinque anni per parti eguali.

Per parlare più generalmente rappresentiamo con:

$l_1\ l_2\ l_3 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ l_n$

le lunghezze delle n parti della strada di cui si tratta per le quali abbisognano rispettivamente:

$a_1\ a_2\ a_3 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ a_n$

anni per ridursi la spessezza della copertura da $0^m.20$ a $0^m.10$.

Rappresentiamo con

$d_1\ d_2\ d_3 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ d_n$

la spesa rispettiva, su ciascuna di queste parti, per uno spandimento generale di materiali, avente $0^m.10$ di spessezza dopo la compressione col cilindro.

Su ciascuna di queste parti della strada si farà annualmente uno spandimento di materiali per la lunghezza:

$$\frac{l_1}{a_1},\ \frac{l_2}{a_2},\ \frac{l_3}{a_3} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \frac{l_n}{a_n}$$

La spesa annuale corrispondente sarà rispettivamente:

$$\frac{d_1}{a_1},\ \frac{d_2}{a_2},\ \frac{d_3}{a_3} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \frac{d_n}{a_n}$$

e la spesa che occorrerà annualmente per gli spandimenti per l' intera strada sarà.

$$\frac{d_1}{a_1} + \frac{d_2}{a_2} + \frac{d_3}{a_3} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \frac{d_n}{a_n}$$

Le novelle coperte saranno oggetto d' un contratto separato, che comprenda la somministrazione e lo spandimento della ghiaia e delle materie di aggregazione e le spese per l' uso del cilindro.

Ogni anno al principio della stagione de' lavori l' appaltatore delle novelle coperture riceverà uno stato indicativo, che fisserà in modo preciso la posizione e la lunghezza delle parti da ricoprirsi.

Spese accessorie.—La somma necessaria annualmente per le minute riparazioni delle opere di arte, pel trasporto con vetture della terra o del detrito, per lo sgombramento delle nevi ed altri lavori accessorî, non può valutarsi che in modo approssimante, e prendendo il medio di molti anni.

Le riparazioni importanti per le opere di arte non debbono mai farsi co' fondi di mantenimento;

Spesa totale annuale. — Rimane ora a sommare.

1.° La spesa pe' cantonieri;

2.° Quella per gli operai ausiliari;

3.° Quella per la somministrazione de' materiali del mantenimento giornaliero;

4.° Quella delle novelle coperture compresse col cilindro da eseguirsi in un anno;

5.° Infine le spese accessorie.

La somma sarà la spesa annualmente necessaria pel mantenimento normale della strada che si considera.

Quadro della divisione della spesa pel mantenimento annuale. — Gli spandimenti generali o novelle coperture entrando fra le spese del mantenimento normale, le somme che saranno annualmente destinate per essi, debbono trovar posto ne' quadri stampati della ripartizione della somma addetta all' annuo mantenimento, in una colonna distinta da quella delle spese di materiali pel mantenimento giornaliero. Questi quadri, non omettendo più alcuna delle risorse applicate effettivamente alla conservazione delle strade, presenteranno allora intorno al costo del mantenimento risultati tali da potersi porre fra loro a paragone; ed in vece di indicazioni erronee, se ne trarranno delle notizie plausibili intorno alla quantità delle somme da addirsi annualmente al mantenimento delle strade regie di Francia, ed intorno ad una ripartizione ragionevole di queste somme fra' diversi dipartimenti.

EPILOGO.

Questo modo di mantenimento, sul quale già molti ingegneri han richiamato l' attenzione, e che io ho messo in pratica per taluni anni, per quanto mi è stato possibile di farlo, offre, secondo me, i vantaggi seguenti.

1.° Di diminuire la mano d' opera, di renderla più semplice, di metterla più a portata dell'intelligenza del cantoniere, di diminuire i guasti e le false manovre.

2.° Di diminuire ancora, in forte proporzione, il consumo de' materiali, annullando quasi del tutto le perdite cagionate dallo schiacciamento;

3.° Di avere in luogo di strade contenenti eccesso di materie schiacciate, che le rendono molli in inverno e mobili in està, delle strade solide e resistenti in tutte le stagioni, essendo composte di elementi (ghiaia e materie di aggregamento) innestati con ordine, con metodo ed in proporzioni determinate.

4.° Di liberare quasi interamente le vetture di transito dalla necessità, tanto onerosa pe'loro interessi, di produrre la consolidazione de' novelli materiali con una compressione lenta e disordinata, e di sgravarle così da enormi spese.

5.° Di porre nelle condizioni più favorevoli al suo sviluppo il commercio de' trasporti, elemento della quistione che deve dominare ben dall' alto tutti gli altri, sotto il punto di vista della ricchezza pubblica.

6.° Di potere, come lo ha indicato il signor Dumas (*Annales* 1843) porre a profitto una forza importante, consumata oggi giorno spesso in pura perdita, adoperando i cavalli dell'esercito alla compressione delle strade per mezzo del cilindro.

7.° Di sostituire, per la valutazione della cifra del mantenimento normale, la misurazione, diretta e facile, della perdita di spessezza delle coperture, alle esperienze complicate ed esposte a molte probabilità di errori, sul volume ed il peso del detrito tolto col raschiatoio e la scopa.

8.° Infine, di proccurare all'amministrazione centrale dei documenti statistici semplici, paragonabili fra loro, e propri a porre in rilievo, innanzi a' poteri legislativi, il bisogno reale delle strade di Francia.

Pongo termine a quest' articolo, manifestando il vivo desiderio di vedere presto ordinare dallo stato, su punti del territorio convenientemente scelti, l' esperimento di un sistema destinato a proccurare importanti economie al tesoro pubblico.

ESAME

Di talune pozzolane vulcaniche della baia di Napoli, dell' isola di Borbone e dei dipartimenti dell'Ardèche e dell' Hérault, sotto il rapporto della loro applicazione ai lavori marittimi, seguito da considerazioni importanti per la esecuzione economica e la durata di questi lavori;

Pel sig. Vicat, Ingegnere in capo direttore de' ponti e strade.

(Annales des Ponts et Chaussées — 1849.)

Ne' novelli studî che abbiamo pubblicati nel 1846, intorno alle pozzolane artificiali, considerate per riguardo al loro uso nelle costruzioni dentro mare, abbiamo preso per termine di paragone una sola pozzolana vulcanica: quella cioè che si trae dagli scavi della coltina di S. Paolo presso Roma, e che si spedisce da Civitavecchia; ora nell' interesse de' nostri grandi lavori marittimi è importante di sapere se le proprietà riconosciute in questa pozzolana appartengano a tutti gli analoghi prodotti vulcanici, o pure vi sieno per questi, come per le pozzolane artificiali, delle differenze che debbono rendere attenti nell' uso universale di essi.

Era inoltre importante di procedere ad un novello esame della pozzolane vulcaniche de'dipartimenti dell' Ardèche e dell'Hérault, di facile trasporto per la via del Rodano e del mare, ed intorno alla qualità delle quali non si hanno che documenti incompleti e contraddittorî.

Altre quistioni di non minore interesse per la durata e l' esecuzione economica de'lavori idraulici esposti all'azione salina, richiamavano d'altronde la nostra attenzione; le une e le altre formano l' argomento del seguente cenno.

Pozzolana vulcanica delle sponde del Reno.—Questa pozzolana, conosciuta sotto il nome di traas, appartiene a'vulcani estinti che si estendono da Magonza sino a Colonia e si trae particolarmente da' dintorni di Bonn e di Andernach. Gli Olandesi la fanno trasportare nel loro paese in pezzi, per esservi ridotta nello stato di polvere. Questa operazione si esegue per mezzo di mole giranti, stabilite principalmente a Dordrecht allo sbocco del Reno e della Mosa.

L' opinione favorevole di cui gode il traas in Olanda, e l'uso che se ne è fatto in molti de'nostri porti della Manica, non lasciano dubbio sulle sue qualità preziose pei lavori marittimi. Il traas era altre volte di un costo esorbitante (1); ora si venderebbe, se siamo bene informati

(1) Nel 1804 il traas non costava meno di 115 franchi il metro cubico trasportato a Cherburgo.

per 40 franchi il metro cubico, prezzo ancora molto caro.

Il traas è composto de' seguenti elementi.

Silice	57. 00
Allumina	16. 00
Calce	2. 60
Magnesia	1. 00
Perossido di ferro	5. 00
Potassa	7. 00
Soda	1. 00
Acqua	9. 40
	99. 00.

Questa composizione adempie a tutte le condizioni richieste dall'esperienza per lottare con efficacia contro l'acqua del mare; in fatti l'allumina non vi forma che i $\frac{[illegible]}{100}$ della parte argilla; il ferro non vi si trova che in piccole quantità ed i fondenti potassa e soda vi sono per $\frac{[illegible]}{100}$ (2).

Pozzolana di San Paolo presso Roma. — Questa pozzolana è quella che si usa d'ordinario ne' porti del Mediterraneo sotto il nome di pozzolana d'Italia; essa è stata adoperata in molti importanti lavori, ed in ultimo nelle fabbriche a getto de'nuovi bacini di raddobbo del porto di Tolone; si usa in Algeri per la composizione de'massi del molo; eccone l'analisi:

Silice	45. 00
Allumina	14. 80
Calce	8. 80
Magnesia	4. 70
Potassa	1. 40
Soda	4. 10
Perossido di ferro	12. 00
Acqua	9. 20
	100. 00.

L'allumina vi forma i $\frac{14}{100}$ dell'argilla ed i fondenti potassa e soda vi entrano per $\frac{5.5}{100}$; ciocchè basta per giustificare la sua qualità che è stata inoltre riconosciuta in modo definitivo con esperienze autentiche. Questa pozzolana, adoperata con della calce grassa in pasta, nella proporzione di un volume di calce per due di pozzolana, fornisce degli smalti (a) che resistono bene alla immersione immediata; ma quando la calce ecceda questa proporzione, che corrisponde molto prossimamente a 20 chilogrammi di calce caustica per 100 chilogrammi di pozzolana, gli smalti immersi nello stato di pasta sone attaccati e successivamente distrutti dall'esterno al centro. Ciò risulta almeno dalle numerose esperienze fatte a Tolone dal sig. Noël, ed a Grenoble nel nostro laboratorio.

Lo smalto che unisce il pietrame di cui son formati i *cantoni* di Algeri contiene, secondo le notizie fornite dagli ingegneri sig. Béguin e Ravier, 25 misure di polvere di calce grassa ottenuta per immersione, 15 misure di pozzolana e 15 misure di sabbia; ciò che corrisponde a poco più di una misura di questa stessa calce grassa spenta al modo ordinario per una misura di pozzolana (la sabbia non forma qui che un riempimento). Ora, secondo le esperienze di cui abbiam parlato, uno smalto così composto non potrebbe resistere alla immersione immediata. Inoltre esso sarebbe anche attaccato dall'acqua di mare, nel modo nel quale quest'acqua si adopera per gli esperimenti di laboratorio, sebbene immerso uno o due mesi dopo la fabbricazione (3). È dunque certamente alle influenze atmosferiche alle quali i massi di Algeri son sottoposti nel tempo che precede la loro immersione, ed a talune proprietà dell'acqua di mare libera, che deve attribuirsi il risultato soddisfacente, almeno sinora, di questi massi; migliori proporzioni, che nulla impediva di adottare, avrebbero rimossa ogni inquietudine per l'avvenire; trattandosi di lavori di questa importanza, bisogna esser ben sicuri del successo.

Pozzolana della baia di Napoli. — Il sig. Béguin direttore de' lavori idraulici di Algeri si è compiaciuto spedirci tre campioni di queste pozzolane che noi abbiamo trovate composte nel modo seguente.

	BRUNA	GRIGIA OSCURA	GRIGIA CHIARA
Sabbia	2. 50	1. 50	2. 50
Silice	44. 00	44. 50	42. 00
Allumina	10. 50	16. 50	15. 50
Calce	10. 00	10. 00	9. 50
Magnesia	tracce	3. 00	4. 40
Perossido di ferro	29. 50	15. 50	12. 50
Acqua	2. 50	3. 00	3. 33
Principi solubili e volatili	1. 00	6. 00	10. 27
	100. 00	100. 00	100. 00

(2) *Nouvelles études sur les pouzzolanes*, p. 104 e seguenti.

(a) *Gangues*; il sig. Vicat chiama *gangue*, con un termine preso in prestito dalla mineralogia, lo smalto che unisce il pietrame della fabbrica a getto, *mortier* la malta della fabbrica ordinaria e *ciment* il cemento idraulico in sommo grado, come per esempio il cemento *parker*. Per maggior chiarezza noi useremo esclusivamente *smalto* per *gangue*, *malta* per *mortier* e *cemento* per *ciment*.

(3) Le esperienze che a nostra inchiesta si sono ripetute ad Algeri, confermano interamente quanto noi abbiamo accennato intorno alla immersione immediata; e per riguardo agli esperimenti da laboratorio sugli smalti immersi dopo l'asciugamento, il fatto enunciato è stato verificato dal sig. Féburier a Saint-Malo e da noi a Grenoble, su smalti inviati da Algeri e presi all'uscire dalla botte nella quale sono stati impastati. Nel corso di questo articolo si ritornerà su questa apparente anomalia.

Queste pozzolane sono le sole delle quali Vitruvio abbia fatto menzione pe' lavori marittimi: « Si faccia venire, egli dice, quella polvere, che si trova ne'luoghi, » che sono fra Cuma, e il promontorio di Minerva (tra » Baia e la punta della Campanella), e si mescoli colla » regola che due parti sieno di essa, ed una di calce.» Questa vaga indicazione, senza altra notizia de' luoghi o della scelta fra le varietà delle pozzolane, dimostra che a quell' epoca niuna osservazione era stata fatta sulle differenze di qualità corrispondenti a ciascuna delle varietà medesime. Le opere de' Romani in acqua dolce, come acquedotti, bagni, cisterne ec., erano a vero dire poco opportune per mettere sulla via di osservazioni di tal natura, ed in quanto a' lavori in mare, limitati, con poche eccezioni, alle dighe o moli in cantoni artificiali, immersi lungo tempo dopo la loro composizione, questi trovavansi per lo appunto in uno di que' casi ne' quali l'azione salina raramente attacca.

Il procedimento degli antichi per la costruzione de'moli, sebbene descritto da Vitruvio, non è talmente conosciuto dagli ingegneri, che sia senza interesse di qui rammentarlo.

Vitruvio, dopo aver indicato il modo di creare un porto, isolando una certa estensione di mare per mezzo di una chiusa continua, riempiuta di fabbrica a getto, così si esprime (4).

» Ma se per le onde ed urti dell' aperto mare non » potessero rimaner salde le stabilite chiuse, allora sulla » terra ferma, o sia sulla spiaggia, si formi un letto il » più forte, che si può: questo letto si farà orizzontale » fino a meno della metà; il rimanente, cioè quello, » che è dalla parte del lido, sarà alquanto inclinato. » Indi e dalla parte dell' acqua, e da quella de' fianchi » si alzino attorno a questo letto ripari di un piede e » mezzo in circa, cioè, fino al livello del piano già descritto: si empia poi d'arena tutto quel pendio, e si » uguagli e al riparo, e al piano del letto. Sopra tutta » questa spianata si alzi un pilastro di quella grandezza, che si sarà stabilita, e fabbricato che sarà, si » lasci ben seccare per lo spazio almeno di due mesi: » dopo si tagli quel parapetto, che sostiene l'arena; così » logorata, che sarà quest' arena dalle onde, farà cadere » in mare il pilastro: e con questo modo si potranno » prolungare i bracci dentro mare quanto si vorrà. »

Il procedimento moderno usato in Algeri per la prima volta dal signor Poirel, differisce essenzialmente dal curioso processo messo in opera da'Romani. Nel ragguaglio dato da Vitruvio mancano molti particolari che sono sottintesi; de' massi lanciati ogni due mesi, l' uno in seguito dell' altro, non poteano, qualunque fosse la loro grandezza, formare una gettata di una certa estensione se non dopo un tempo molto lungo. Non si vede d' altra parte come la spianata ed il piano inclinato che la seguiva col suo riempimento di sabbia, potevano muoversi su' primi massi spinti, e dar luogo, di mano in mano, alla ripetizione della stessa manovra. Pur tuttavolta, sembra fuori dubbio che de' moli sieno stati costrutti un tempo con questo metodo nel golfo di Napoli (5), e che i Romani abbiano usato indistintamente per questi lavori tutte le pozzolane che fornisce la base occidentale del Vesuvio.

Noi abbiamo fatto de' saggi sulle tre varietà brune e grige dapprima analizzate, formandone degli smalti nella proporzione di due misure di ciascuna di esse per una di calce grassa spenta nel modo ordinario; il tempo della presa è stato per la pozzolana bruna di quattro giorni e mezzo; per quella di un grigio scuro di otto giorno e mezzo e per quella di un grigio chiaro di cinque giorni e mezzo.

Per effetto della immersione immediata in acqua di mare lo smalto a pozzolana bruna è stato attaccato e ridotto in frammenti dopo venti giorni, quelli di color grigio scuro e grigio chiaro, han resistito sino al trentacinquesimo giorno.

I medesimi smalti immersi dopo dieci giorni di disseccamento in piena aria, resistono indefinitamente all'a-

(4) *Vitruvio*, lib. V cap. XII traduzione del Galiani.

(5) Virgilio in fatti, in una di quelle figure di cui la poesia fa sovente uso, paragona la caduta di Bizia ucciso da una macchina di guerra a quella di una pila, o di una massa di smalto gittata nel mare:

Qualis in Euboico Baiarum littore quondam
Saxea pila cadit: magnis quam molibus ante
Constructam jaciunt ponto; sic illa ruinam
Prona trahit, penitusque vadis illisa recumbit.
Miscent se maria, et nigræ adtolluntur arenæ.
Tum sonitu Prochyta alta tremit, durumque cubile
Inarime Jovis imperiis imposta Typhœo.

Eneid. lib. IX verso 710 e seg.

» Tale sul lido Eubeo di Baia cade una pila di fabbrica, la quale già costrutta con enormi dimensioni viene spinta in mare; così essa si rovescia, e va a giacere infranta nel fondo delle acque. Si agitano le onde e nere arene si sollevano. Allora al rumore tremano l'alta Procida, ed Ischia, duro giaciglio imposto sul gigante Tifeo per ordine di Giove. »

Abbiam tradotto letteralmente il testo poichè esso mostra in modo preciso tutte le circostanze delle operazioni d' immersione indicate da Vitruvio. Se si pon da banda l'esagerazione poetica che fa tremare Procida ed Ischia per questa caduta, non si può però dubitare che la massa cadente non fosse enorme, e che i pezzi ne' quali si divideva non conservassero ancora un volume molto grande.

zione salina. De'saggi analoghi fatti ad Algeri su pezzi seccati per un mese e sette giorni hanno dato i medesimi risultati. È bene di osservare che i pezzi serviti per gli esperimenti non avevano che il volume di un mattone ordinario, ciò che spiega il poco tempo necessario al loro completo diseccamento.

Dopo due mesi e dieci giorni d'immersione, la durezza acquistata dagli smalti a pozzolana bruna e grigia chiara non era che i $4/_{10}$ di quella che prende uno smalto di pozzolana di Roma nello stesso tempo. Gli smalti di pozzolana di colore grigio scuro non giugnevano che a' $3/_{10}$ di questa durezza.

Segue da ciò che le tre varietà di pozzolana del Vesuvio, oggetto di questo esame, sono inferiori in qualità alla pozzolana di Roma: 1.° in quanto che i loro smalti a calce grassa composti in buona proporzione non resistono ad una immediata immersione; 2.° in quanto che questi stessi smalti non giungono dopo lo stesso tempo ad un grado così elevato di durezza e di coesione. Questo doppio difetto ha impedito di usarne ne' lavori di Algeri. La loro composizione chimica giustifica abbastanza questi risultati; nella pozzolana bruna il silicato alluminoso è molto convenientemente costituito per la immersione immediata, ma una enorme proporzione di ferro combatte questa disposizione. Nelle pozzolane grige il rapporto di $\frac{27}{100}$ dell'allumina all'argilla sorpassa i limiti fissati dall'esperienza per questa immersione.

Queste diverse osservazioni spiegano abbastanza come i Romani hanno potuto usare con buon successo le pozzolane suddette nella costruzione de' moli come la descrive Vitruvio; il diseccamento anteriore de' massi ne assicurava la preservazione (b).

Pozzolane del dipartimento dell' Hérault. — Una di queste pozzolane si trova al piede de' terreni vulcanici del monte Saint - Loup presso Agde, si presenta a strati di un aspetto di ocra, di una spessezza da 0.m15 a 0.m25 e mostra una formazione di alluvione per la concordanza degli strati o, in altri termini, una riunione di elementi vulcanici trasportati e rassettati dalle acque.

L'altra proviene da'dintorni di Bessan non lungi d'Agde e si presenta in aggregati (*frittes pumiformes*), evidentemente nello stato vergine e non trasportati, che ridotti in polvere fina rassomigliano perfettamente alla polvere di pozzolana color feccia di vino de' dintorni di Roma. Ecco la composizione di queste due pozzolane:

(b) Sarebbe a desiderarsi che quelli fra'nostri ingegneri che hanno l'opportunità di dirigere costruzioni idrauliche, si occupassero di fare altri saggi e raccogliere altri dati intorno alle pozzolane del nostro regno. Noi accoglieremo con piacere le notizie di questo genere che ci verranno trasmesse.

	Del monte Saint-Loup.	Di Bessan.
Sabbia	21. 294	0. 67
Silice	30. 010	45. 00
Allumina	17. 716	15. 58
Magnesia	»	8. 60
Calce	4. 640	9. 57
Perossido di ferro	14. 030	15. 58
Acqua	12. 297	5. 00
	100. 00	100. 00

Non avendo trovato alcun *deficit* in queste analisi di quantità, non abbiamo dovuto supporre la presenza dei principî solubili, che accompagnano ordinariamente i prodotti vulcanici. Le nostre esperienze e quelle che a nostra istanza il sig. tenente colonnello del genio Corrèze ha fatte fare a Tolone hanno dimostrato uniformemente: 1.° Che la pozzolana del monte Saint - Loup non conviene in alcun caso d' immersione pe' lavori in mare; 2.° che quella di Bessan non potrebbe adoperarsi con sicurezza che pel caso d' immersione dopo il diseccamento, come può farsi pe' cantoni destinati alle gettate, o pei massi difesi dal contatto immediato delle acque salate per mezzo di rivestimenti.

La pozzolana di Bessan è stata posta ad esperimento in Algeri. Sembra che dopo quattro mesi e venti giorni di esposizione all'aria, i cantoni de' quali essa formava lo smalto non aveano ancora una coesione sufficiente per resistere alla manovra del lanciamento in mare.

Secondo le nostre esperienze: la coesione di uno smalto di calce grassa e di pozzolana di Bessan non giugne dopo dieci mesi d'immersione in acqua dolce, che a' $4/_{5}$ di quella che acquista nelle stesse circostanze un simile smalto con pozzolana di Roma. Questa differenza dipende probabilmente dall'assenza della potassa e della soda nella pozzolana di Bessan, poichè del resto la sua composizione è quasi identica a quella della pozzolana di Roma.

Pozzolana dell' antico Vivarese (Ardèche). — I vulcani estinti dell' antico Vivarese offrono, come tutti quelli ad essi analoghi, delle lave più o meno alterate dall'effetto secolare della reazione de'loro elementi sotto gl'influssi atmosferici; si vede chiaramente, per esempio, il passaggio del basalto allo stato di polvere grigia e si possono anche osservare le diverse fasi di questa metamorfosi. Ma là come negli altri crateri, tanto in Italia che altrove, non è facile di incontrare delle masse considerabili e continue di materia omogenea, definitivamente elaborata e pronta per essere adoperata.

Fu sulla cima o presso la cima della montagna di Chenavary che nel 1775, il naturalista Faujas di Saint-Fond, riconobbe lo strato più abbondante, e fece aprir una cava nelle masse di pozzolane rosse e brune. I saggi che ne

furono fatti in acqua dolce ed all'aria in diverse costruzioni, sono notati nella sua grande opera su' vulcani, e per estratto in una memoria separatamente stampata. Ma questi saggi, ne' quali la calce idraulica in grado eminente di Serdeparc presso Montelimar rappresenta una parte principale, hanno dato appunto perciò de' risultati del tutto singolari, da' quali non si potrebbe trarre alcuna conchiusione pel caso dell' uso della calce comune.

Nel 1777 Faujas fu incaricato dal sig. de Sartines, allora ministro e segretario di stato al dipartimento della marina, di fare a Tolone colla calce ordinaria del paese, degli esperimenti comparativi sulle stesse pozzolane e su quelle di Roma; risulta dal processo verbale, del quale fu depositato l' originale al Controllo della marina il 20 decembre 1777, che furono immerse nel bacino dell'arsenale al sud del padiglione de' Pittori, tre casse co' numeri 1, 2 e 3, ripiena ciascuna di fabbrica a getto composta nel modo seguente.

	misure
Pozzolana	12
Sabbia	6
Calce viva	9
Pietrame	16

Nelle casse n. 1 e 2 si trovavano rispettivamente gli smalti con le pozzolane rossa e grigia di Chenavary e nel numero 3 lo smalto con pozzolana d' Italia.

Faujas non cita che la parte del processo verbale relativa alla composizione ed alla immersione degli smalti. Esso rimanda pe' risultati dell'esperimento ad un opuscolo che dovea pubblicarsi, e si pubblicò in fatti qualche tempo dopo; noi abbiamo però cercato invano que' risultati in quell'opuscolo. Essi dovettero essere molto sfavorevoli, come si vedrà fra breve, e Faujas non credette opportuno di farne menzione.

Le pozzolane del Vivarese rimasero dimenticate sino al 1786, nella quale epoca Chaptal volle paragonarle ad una pozzolana artificiale di sua composizione, ed alla pozzolana di Roma.

Egli si provvide in conseguenza di due pozzolane rosse della montagna di Chenavary, e di due grige prese alla montagna di Chastellas, a' fianchi della quale è addossato l' antico castello di Rochemaure; ne compose della fabbrica a getto colle seguenti proporzioni.

	misure
Pozzolane	2
Calce grassa in pasta.	1½
Pietrame	1½

I processi verbali autentici compilati da' signori commissarî preposti dagli stati di Linguadoca, per seguire le sperienze, dicono che dopo cinque mesi ed otto giorni dalla immersione immediata in acqua di mare, al piede del forte San Luigi a Cette, tutta la fabbrica con pozzolane del Vivarese era o molto deteriorata, o rotta appena si toglievano le pareti delle casse che la contenevano, mentre al contrario quella con pozzolana artificiale e con pozzolana di Roma si trovava in perfetto stato di conservazione. In queste circostanze non si sospettò affatto dell' azione salina. Non si tenne conto neppure della cattiva proporzione di calce; Chaptal fondandosi sopra analisi molto inesatte, attribuì all' efficacia del perossido di ferro, che credè trovare in maggior quantità nella sua pozzolana artificiale ed in quella di Roma che nella pozzolana del Vivarese, le differenze osservate in favore delle due prime, e da quell' epoca stessa sembra abbia presa origine la falsa opinione, che ha lungo tempo prevaluto presso gl' ingegneri, della influenza utile del perossido di ferro nelle pozzolane. Queste antiche esperienze sarebbero state al certo sufficienti a stabilire la nostra opinione sulla inefficacia delle pozzolane del Vivarese, se le proporzioni adottate per la calce fossero state più giudiziosamente regolate; ma si è visto quanto esse si allontanino dalle proporzioni richieste per l' acqua di mare, e quindi deve ad esse attribuirsi una parte del cattivo successo.

Onde porre un termine ad ogni incertezza, ci siamo decisi a rinnovare quegli esperimenti, applicandoli a tutte le varietà di pozzolane di cui si può trar profitto su' vulcani dell' Ardèche in vicinanza del Rodano. Siamo debitori alla cortesia del sig. de Montrond e de' sig. ingegneri Arnoux (delle miniere) e Perret (de' ponti e strade) delle nove varietà sulle quali abbiamo operato.

La montagna del Chastellas è quella sulla quale è costrutto il castello di Rochemaure; facendo il giro di quemontagna a mezza costa, non trovasi del basalto in decomposizione che verso il nord. Discendendo, presso una parata nel burrone de' Crouzets, trovansi le pozzolane grige segnate colle lettere B e C nel quadro seguente; risalendo più in alto si trova di rimpetto ad una fontana la pozzolana rossa segnata A; essa è disposta in forma di masso verticale come se provenisse da una corrente di lava.

Le tre pozzolane raccolte sul Chenavary provengono dalla base del monticello più alto; una delle due varietà rosse D ed E è stata presa al nord. L' altra e la varietà di color bruno carico F vengono dall' est.

In faccia ad una montagna indicata nel catasto col nome di Charmaras, trovansi due rami della catena de' Coirans, separati dal burrone di Maldarie; risalendo per questo burrone sino alla sua origine, si trovano degli scoscendimenti considerabili, formati per tutta l' altezza, dalla

pozzolana rossa segnata K; le due sponde di questo burrone ne presentano degli strati importanti.

I saggi segnati G e H son tratti dal monte Charay situato ad otto o dieci chilometri da Privas.

Quadro della composizione di queste pozzolane su 100 parti.

INDICAZIONE	SABBIA	SILICE	ALLUMINA	PEROSSIDO DI FERRO	CALCE	MAGNESIA	PRINCIPÎ SOLUBILI E VOLATILI
Pozzolana A, rosso vivo. . . .	»	60. 59	14. 15	7. 96	2. 21	1. 34	13. 75
Id. B, grigio terroso	3. 95	35. 09	17. 65	16. 82	4. 26	3. 17	19. 06
Id. C, varietà di B	6. 17	36. 55	10. 41	23. 74	4. 27	3. 80	15. 02
Id. D, rosso di mattone. . . .	7. 48	30. 73	11. 63	24. 92	3. 73	2. 49	19. 02
Id. E, rosso bruno	1. 59	40. 97	15. 92	18. 70	0. 47	0. 34	22. 01
Id. F, bruno carico.	3. 70	34. 22	12. 02	25. 90	4. 14	4. 12	15. 90
Id. G, rosso.	3. 63	33. 60	20. 89	18. 16	4. 58	3. 63	15. 51
Id. H, grigio	5. 11	38. 34	15. 76	20. 44	1. 70	1. 14	17. 51
Id. K, rosso.	4. 26	35. 81	25. 58	11. 08	2. 56	1. 70	19. 01

Il fatto più rilevante di queste analisi, è la cifra elevata de' principî solubili e volatili. E per meglio spiegarci diremo, che i 4/5 di ciascuna di quelle cifre rappresentano, in un medio, dell' acqua di combinazione, che non può essere tolta intieramente che al calor rosso, circostanza che asssimila le pozzolane del Vivarese a' silicati idrati di allumina, che costituiscono le argille, ed in fatti tutte queste pozzolane formano pasta coll' acqua, di modo che possono impastarsi con piccolissime quantità di calce, senza cessare di dare uno smalto grasso e duttile. Ora non avviene lo stesso colle pozzolane d' Italia.

Noi abbiamo fatto due serie di esperimenti, gli uni con una mezza misura di calce grassa in pasta, spenta al modo ordinario, e con una misura di pozzolana; gli altri con un quarto di misura di calce per la stessa quantità di pozzolana.

Tutti gli smalti così composti, sono stati immediatamente immersi nell' acqua di mare, colle precauzioni ordinarie, ed in meno di ventiquattr' ore essi si aprivano e si dividevano in tutti i sensi. La distruzione era più rapida ancora sugli smalti magri che sugli altri. Ora avviene il contrario colle pozzolane ordinarie. Lo smalto A è il solo che non si sia spaccato, ma esso ha mostrato un ammollamento che può paragonarsi a quello del burro che passa da un temperatura di 7 ad 8 gradi a quella da 22 a 24 gradi.

In acqua dolce due soli smalti, A e F, non han fatto alcuna presa nel tempo ordinario, gli altri si sono indurati tra il primo ed il quarto giorno, ed i più magri per i primi.

Noi abbiamo in seguito ridotti questi smalti in forma di mattoni per sottoporli prima della immersione all' influenza del diseccamento atmosferico; ma invece di indurirsi con un ristrignimento moderato e regolare, come gli smalti ordinarî, e le terre da mattoni, essi si riducevano in modo che sotto il minimo sforzo si dividevano in frammenti disgiunti evidentemente dapprima.

Risulta da questi diversi esperimenti, che eccetto le varietà A e F tutte le altre potrebbero essere utilmente adoperate ne' lavori idraulici in acqua dolce, se le spese di estrazione e di trasporto lo permettessero; ma che pe' lavori in mare, non si dovrebbe in nessun caso pensare a trarne partito, a meno che non si volesse trasformarli colla cottura, come si usa per le argille nella fabbricazione delle pozzolane artificiali. Ora, trattandosi di dover ricorrere alla cottura, sarà preferibile di applicarla alle argille ordinarie, che trovansi in siti più accessibili che non sono i fianchi scoscesi del Chastellas e del Chenavary. Pur tuttavia, siccome in fatto di successo industriale non si deve mai disperare, diremo che sottoposte alla cottura moderata, che noi chiamavamo normale ne' nostri precedenti studî sulle pozzolane artificiali, le argille vulcaniche dell' Ardèche danno eccellenti risultati; che talune fra esse sembra acquistino allora qualità del tutto equivalenti a quelle della pozzolana di Roma pe' lavori in mare.

Pozzolane vulcaniche dell' isola Borbone.—Il sig. ministro della marina fece depositare al ministero de' lavori pubblici in luglio 1847 diversi saggi di pozzolane provenienti da' vulcani estinti dell'isola Borbone, richiedendo che se ne facesse analizzare la composizione e si ricercasse la causa de' danni cui l' uso di esse ha dato luogo.

Questi saggi erano accompagnati da una nota del sig. ingegnere coloniale Maillard così concepita.

» La colonia di Borbone non possiede che due specie

» di rocce calcari, una molto rara formata da depositi di » spessezza non maggiore di 0^m. 10 o 0^m. 20; l'altra » molto abbondante consistente in masse madreporiche, » che sotto vento dell'isola coprono tutto il littorale. La » calce molto grassa fornita da queste madrepore, non » potendo colla sola sabbia, servire pe'lavori sotto l'acqua » di mare, è stata sempre mescolata colle pozzolane e » tufi vulcanici molto sparsi in tutte le parti dell'isola. » *Ma queste malte dopo essersi indurate molto prontamente* » *si deteriorano col contatto dell' acqua di mare, e fini-* » *scono collo sparire, in modo tale, che le fondazioni di-* » *vengono vere fabbriche a secco, e de'cantoni di smalto di* » *25 metri cubici gettati sul luogo spariscono in due o tre* » *anni*! Se ne potrà giudicare dall'annesso pezzo che si » è ritrovato in forma di ciottolo nel centro di fabbriche » immerse da due anni! In vano si è cambiato pozzo- » lana; nulla resiste, neanche la calce idraulica e le » pozzolane fattizie di cui si è tentato di far uso. »

Questa è la relazione del sig. Maillard. Noi abbiamo analizzate le tre pozzolane da lui inviate, ed abbiamo ottenuti i risultati seguenti:

INDICAZIONE	POZZOLANE		
	DEL CAPO BERNARD	DELLA MONTAGNA SAINT-DENIS	ARTIFICIALE CON ARGILLA VULCANICA
Sabbia fine. . . .	1. 00	1. 00	1. 00
Silice.	27. 67	25. 67	28. 33
Allumina.	20. 78	16. 33	19. 00
Magnesia.	tracce.	tracce.	tracce
Perossido di ferro	31. 55	40. 00	36. 67
Acqua	19. 00	17. 00	15. 00
	100. 00	100. 00	100. 00

La sola inspezione di queste analisi basta a spiegare il cattivo successo del quale il sig. Maillard si lagna; non solo i silicati alluminosi si trovano costituiti nel modo contrario a quanto richiede l'acqua di mare; ma il ferro vi è in quantità talmente insolita, che a tutto rigore queste pozzolane potrebbero considerarsi come minerali di ferro idrato.

Considerazioni generali

Dall'esame comparativo che precede, risulta ad evidenza che pe' lavori in mare l'uso delle pozzolane vulcaniche è meno sicuro di quello delle pozzolane artificiali provenienti dalla cottura delle argille pure. Queste, in fatti, possono dividersi in due classi ciascuna delle quali tiene proprietà costanti, mentre i prodotti vulcanici sfuggono ad ogni regola, sia per lo stato idrato nel quale la natura li presenta talvolta, sia per l'enorme quantità di perossido di ferro di cui sono talora imbrattati, sia per altre cagioni.

Così, per esempio, quando la proporzione di allumina ne' silicati d' argille refrattarie normalmente cotte è di meno di $\frac{24}{100}$ e più di $\frac{10}{100}$, non havvi esempio che queste pozzolane combinate con 15 o 20 per 100 di calce grassa non sieno proprî alla immersione immediata, e noi troviamo precisamente il contrario in due pozzolane vulcaniche esaminate, cioè la bruna di Napoli e la rossa dell' Ardèche, nelle quali il rapporto non è che di $\frac{10}{100}$.

Queste eccezioni danno una novella importanza alle pozzolane artificiali fabbricate con argille refrattarie, o colle argille marnose esenti da sabbia e da perrossido di ferro (5). Dappoichè togliendo all'analisi chimica ogni autorità per decidere con certezza sul valore di tale o tale altra pozzolana vulcanica, rendono per riguardo a queste l'aiuto dell'esperienza indispensabile; e ciò è tanto più dispiacevole, che i risultati dell' esperienza debbono sovente attendersi per un tempo molto lungo (6).

Il caso che fra tutti richiede maggiori condizioni, cioè l' immersione immediata, è per buona sorte anche il più raro. Il caso della immersione dopo diseccamento, o dopo un soggiorno più o meno prolungato all' aria libera, non si presentava mai ne' lavori in mare prima dell'adozione de'cantoni artificiali per la costruzione delle gettate; una quantità di pozzolane, inammissibili nel primo caso, soddisfanno pienamente al secondo; viene in ultimo il caso ordinario di fabbriche o massi rivestiti di pietra di taglio, ed eseguiti sia a secco, in luoghi cinti e votati dall'acqua, sia a basso mare o fra due maree. Per quest' ultimo caso dimostreremo che con talune precauzioni, si possono adoperare senza timore tutte le malte idrauliche e tutti gli smalti di pozzolana che hanno buona riuscita nell'acqua dolce.

Noi abbiamo indicato con molti particolari nell' opera pubblicata nel 1846, il modo da seguirsi per sottoporre diverse composizioni a base di calce all'esperimento dell' azione salina, in un laboratorio; numerosi saggi comparativi, fatti nel mare libero, hanno dopo quest' epoca dimostrato l' efficacia del nostro procedimento, salvo taluni casi ne' quali l' acqua di mare libera si è mostrata meno attiva di quella isolata in vasi. Di ciò noi diremo più tardi la cagione; *per ora si può tenere come dimostrato che ogni malta, ogni smalto di pozzolana che è ha dato*

(5) *Nouvelles études sur les pouzzolanes artificielles* pag. 106 e 107.

(6) Per talune malte idrauliche, l'azione salina non comincia a manifestarsi che dal quindicesimo al decimottavo mese.

buoni risultati per gli sperimenti di laboratorio, subirà in modo ancor più soddisfacente gli effetti del mare libero.

Allorchè non si ha il mezzo di proccurarsi dell'acqua di mare, se ne può comporre facendo sciogliere in 1000 parti di acqua potabile, 27 parti di sal comune, 7 parti di solfato di magnesia e 6 parti di cloruro della medesima base. L'acqua fattizia, così ottenuta, agisce nè più nè meno come l'acqua naturale del mare.

Nell'opera già citata ci siamo dilungati abbastanza intorno alle cause chimiche che producono la distruzione di taluni smalti di pozzolana e di diverse malte idrauliche, d'altronde eccellenti in acqua dolce; queste cause dipendono senz'alcun dubbio dalla formazione di solfati e cloroidrati di calce, a spese delle stesse malte o smalti, per la scomposizione de' sali simili a base di magnesia tenuti in dissoluzione in ogni acqua di mare. Ciò che ci rimane da aggiugnere concerne particolarmente talune nuove conseguenze fisiche di questi cambiamenti di base.

È conosciuto che ne' casi d'immersione immediata, si veggono le composizioni capaci di essere attaccate risolversi in fango, o dividersi in frammenti dopo un certo tempo, perfettamente come avviene a talune pietre calcari grossolane o compatte per effetto della gelata. Si conosce ancora che i fenomeni stessi si manifestano sulle composizioni analoghe, che l'azione atmosferica non è stata sufficiente a preservare, sebbene si sia lasciata agire per molti mesi prima della immersione; se si esaminano con una lente le facce di disgiunzione degli smalti di pozzolana che producono de' frammenti, vi si distinguono facilmente de' cristalli salini, che non lasciano dubbio sulla parte che essi han rappresentata in questa circostanza. Ma ciò che è degno di osservazione, è la loro distribuzione secondo zone sferiche concentriche, negli smalti esposti sotto forma sferica all'azione salina, e per l'opposto in superficie piane in quelli che presentavano superficie piane. Nell'un caso e nell'altro questi cristalli dividono gli smalti in frammenti o strati abbastanza coerenti e nell'interno de' quali non si manifesta veruna alterazione.

Nulla di simile si scorge negli smalti che si risolvono in fango, o che subiscono una specie di carie che li rode dalla superficie al centro.

È d'ordinario sugli smalti che hanno acquistato in aria o nell'acqua dolce una durezza molto avanzata, che ha luogo questo modo di distruzione. Noi lo abbiamo osservato in taluni smalti di pozzolana che presentavano una coesione resistente a chilogrammi 9.78 per centimetro quadrato.

Talvolta uno smalto di pozzolana immerso dopo un completo diseccamento all'aria libera resiste, sebbene sia internamente attaccabile. La sua resistenza è allora dovuta ad un leggiero strato superficiale nel quale la calce libera si è resa carbonata. Se si toglie questo strato, ovvero si rompe il pezzo di smalto in modo da porre le sue parti interne in contatto coll'acqua salata, la carie agisce subito su queste parti.

Se si raschia il pezzo di smalto sino al vivo togliendo le parti cariate, e s'immerge nell'acqua dolce, esso vi si mantiene senza alterazione; se dal bagno di acqua dolce si tuffa di nuovo in quello di acqua marina, la carie agisce di nuovo, a meno che le facce raschiate non abbian potuto rendersi carbonate nell'acqua dolce.

Si rende quest'azione preservatrice dell'acido carbonico sensibilissima introducendo nell'acqua di mare un decimo o più del suo volume di acqua gasosa; allora la carie si arresta. Perchè questo esperimento riesca, è mestieri servirsi di un boccale che possa ermeticamente chiudersi dopo l'introduzione dell'acqua gasosa, e che si empirà in modo che lo spazio compreso fra il turacciolo e l'acqua sia piccolo quanto più si può.

Un altro mezzo per impedire la continuazione della carie consiste nello spalmare con un leggiero strato di sego le facce attaccate, raschiate prima sino al vivo (giova avvertire che intendiamo parlare de' soli esperimenti scientifici o di laboratorio). De' pezzi della grandezza d'un mattone così preservati possono mantenersi indefinitamente intatti, ed essere attaccati in ogni epoca, quando sono spogliati dallo strato protettore qualunque esso siasi.

Ecco degli esempi molto notabili dell'effetto di taluni inviluppi protettori a tessuto permeabile: si prendano degli smalti freschi ben conosciuti per essere attaccabili, come per esempio di quelli che si risolvono in piccoli frantumi dal terzo al quarto giorno dopo la immersione immediata; si ravvolgano in una tela, gli orli della quale riuniti e stretti con uno spago facciano prendere alla pasta una forma di palla, si potrà, immergendo immediatamente questo involto osservare i seguenti fenomeni:

Abbondanti precipitati di magnesia e di solfato di calce nascente coprono bentosto l'involto; nettandolo, novelli precipitati succedono a' primi, e delle punte cristalline sotto la forma di aghi sottilissimi finiscono per attraversare e rivestire il tessuto dell'inviluppo, che così incrostato diviene sino ad un certo punto impermeabile. Sotto questo scudo la pressione delle dita indica nello smalto una insolita durezza.

Dopo due o tre mesi dalla immersione, gli smalti spogliati della loro tela offrono delle superficie molto dure senza alcun segno di deteriorazione; ma se in questo stato di nudità s'immergono nell'acqua di mare, essi non vi restano che per un tempo limitato, la durata del quale sembra proporzionata a quella della precedente immersione. Questa durata è singolarmente abbreviata allorchè si rompono le palle in due pezzi; l'azione salina si manifesta quasi immediatamente sulle parti centrali per mezzo della specie di carie di cui si è parlato.

Quando semplici rivestimenti grassi, o una leggiera pel-

licola carbonata bastano a preservare indefinitamente degli smalti che immersi nudi si sarebbero infranti in pochi giorni; quando semplici tele incrostandosi paralizzano, almeno per mesi, l'azione salina, si può domandare quali timori si possano concepire per massi uniti cogli stessi smalti, e difesi dal contatto dell'acqua di mare da rivestimenti di pietra di taglio murati con cemento idraulico od ogni altra materia inattaccabile e resi così assolutamente impermeabili. Certo la conchiusione dal piccolo al grande sarebbe qui molto legittima, e pure probabilmente non sarebbe ammessa che sotto riserva. Però noi siamo stati abbastanza fortunati nelle nostre informazioni per poter dare ogni soddisfazione su questo punto.

I fatti sono autentici, noi li ricaviamo da'lavori idraulici del porto di Brest (7). È d' uopo conoscere che in questo porto, da circa venticinque anni, si è sostituita alla pozzolana di Roma una pozzolana di gneis torrefatto, composta nel modo seguente.

Silice	60. 33
Allumina	21. 43
Perossido di ferro	8. 57
Acqua igrometrica	2. 75
Calce, magnesia e parti solubili	6. 92
	100. 00

Nella dose di silice si trova molta mica che deve dedursi come materia inerte. Gli smalti fabbricati con questa pozzolana e colla calce comune, si risolvono in minuti frammenti dopo quattro o cinque giorni dalla immersione immediata; messi a prova colla copertura di tela, danno i risultati indicati nel ragguaglio precedente. Ora le fabbriche costrutte in tutte le epoche, da venticinque anni, con questo gneis torrefatto, tanto nel porto di Brest, che nella rada o in altri luoghi i più esposti al mare sono, secondo l' assicurazione del sig. Dehargne, di solidità perfetta. È mestieri aggiugnere, come è ragionevole, che esse sono esattamente rivestite in pietre di taglio unite con cemento di Vassy, mischiato con una metà di sabbia. Prima del cemento di Vassy, si faceva uso del cemento inglese o di pozzolana di Roma.

Si potrebbe ora dimandare se queste fabbriche sieno state visitate nell'interno, e se la loro solidità dipenda sicuramente dalla bontà degli smalti che le uniscono. Le investigazioni che a nostra richiesta il sig. Dehargne ha fatte sopra antichi muri in demolizione nel porto, rispondono in modo assoluto a questa quistione. Gli smalti provenienti da quelle demolizioni erano eccellenti, e la loro conservazione dipendeva talmente da' rivestimenti, che abbandonati nudi all' azione salina si son visti risolversi in fango dopo taluni mesi (8).

Risulta da ciò un altro insegnamento non meno utile, cioè: che l' aver passato un numero di anni abbastanza grande al coperto dall' azione salina, non basta a modificare la coesione chimica e fisica di taluni smalti di pozzolana, sino a renderli inattaccabili, allorchè per un accidente sono messi a contatto coll' acqua di mare.

Le previsioni del laboratorio trovansi dunque verificate in grande e per mezzo di esperienze, talune delle quali contano da venti a venticique anni; e come in fatti dei rivestimenti di pietra di taglio non manterrebbero in modo invincibile degli smalti, la tendenza de' quali a risolversi può, secondo i casi, essere trattenuta dallo sforzo di una semplice tela o dallo intonaco grasso il più sottile? Osserviamo d' altronde, quanto de'saggi fatti su piccole masse, penetrate dalle soluzioni saline in tutte le loro parti, siano più sfavorevoli alle resistenza, che non è il caso di grandi masse poste rapidamente in opera, e che non possono quindi imbeversi se non parzialmente, e conchiudiamo ancora da ciò: *che quando i saggi di laboratorio han deciso in favore di tale o tal'altro smalto usato in un modo o in un altro, il mare libero non può che confermare più fortemente i risultati ottenuti.*

D' altra parte il mare libero contiene taluni elementi di conservazione che spariscono negli esperimenti di laboratorio; questi elementi sono una quantità significante di acido carbonico, alternativamente assorbito ed esalato, le vegetazioni submarine che si attaccano a preferenza su taluni scogli e specialmente su' massi delle gettate, ed infine le concrezioni di conchiglie (9).

Ben si comprende, che ne' casi in cui la natura degli smalti è tale, che essi non possono essere attaccati se non dopo di aver resistito molti mesi all' azione salina, questa può divenire inefficace, se nell' intervallo decorso gli elementi conservatori han potuto entrare in campo. Tutte queste circostanze convalidano la nostra conchiusione sull' efficacia de' saggi di laboratorio, e la loro corrispondenza col risultato delle esperienze di Brest ci autorizza a riguardare come dimostrata la proposizione enun-

(7) Dobbiamo allo zelo dell' ingegnere sig. Dehargne le preziose notizie sopra accennate.

(8) I rottami delle demolizioni sono stati gettati come scogliera al piede de' muri demoliti. Ivi si sono ridotti in fango.

(9) I muschi marini e le concrezioni di conchiglie sono abbondanti su' massi della diga di Algeri. Se questi mezzi naturali di preservazione, uniti all' azione dell'acido carbonico sulle parti rotte per effetto del lanciamento, non potessero essere addotte come spiegazione, sarebbe impossibile di rendere ragione de'fatti riferiti intorno alta integrità de' massi medesimi.

ciata di sopra, cioè: *che si possono usare senza timore nelle fabbriche in mare, eseguite sia a secco in recinti votati dall' acqua, sia a bassa marea, gli smalti di pozzolana e le malte idrauliche riconosciute ottime in acqua dolce, colla sola precauzione di rivestire i massi di un paramento inattaccabile secondo che la loro costruzione si avanza* (c).

Si potrebbe, occorrendo, invocare in appoggio di questo assunto, l' assenza di ogni osservazione sugli effetti dell' azione salina ne' lavori idraulici eseguiti in Francia ed all' estero prima del 1843, cioè prima che si fosse voluto far uso in mare e su grande scala di fabbriche a getto con malte o con pozzolane qualunque senza rivestimento; sembrerebbe in fatto impossibile che una cosa tanto apparente quanto quest' azione del mare fosse sfuggita all' osservazione de' costruttori, se si fosse manifestata in modo notabile ne' lavori anteriori.

Le difficoltà veramente serie si riducono quindi alla composizione di smalti o malte capaci di affrontare *a nudo* la immersione immediata, nel caso che essa è indispensabilmente richiesta dalla natura de' lavori, o la immersione dopo un certo intervallo di tempo come nel caso de' massi destinati per le gettate. Non sarebbe al certo impossibile di giugnere a determinare chimicamente, in modo molto approssimante, l' attitudine o inattitudine di tale o tal' altra pozzolana per l'uno o l'altro di questi due casi; ma le conseguenze di un errore sarebbero in talune circostanze tanto gravi, che nessuno si arrischierebbe a decidersi sulle sole promesse di un' analisi chimica. Sarà quindi sempre mestieri venire ad esperimenti e su questo soggetto crediamo dover dare de' consigli.

La più forte prova cui possa venir sottoposta una pozzolana, è la immersione immediata dello smalto composto da essa e da una calce grassa; non si deve disperare di questo smalto se non dopo di averlo saggiato con diverse proporzioni della calce stessa, pesata viva, e da 10 sino a 20 parti per 100 di pozzolana; uno smalto che è distrutto con 20 parti di calce, si mantiene con 15 o 10, e la stessa pozzolana di Roma non regge contro l' azione salina con 25 parti di calce.

Bisogna dare alle pietre di saggio la forma di una mezza sfera, poggiandola sulla base, o quella di un semicilindro cogli estremi rotondati, poggiandolo sulla sezione rettangolare. Basta in tutti i casi che il diametro sia di 5 centimetri o al più di 10. La durata degli esperimenti è un punto molto importante; è raro che uno smalto con pozzolana, che ha resistito per tre mesi nel laboratorio, non si mantenga per un tempo indefinito; ma essendovi talune eccezioni, la prudenza impone di prolungare gli esperimenti sino al decimo mese, innanzi di pronunziare.

Per gli smalti che si sono indurati all' aria prima della immersione si procede esattamente allo stesso modo, salvo per la forma de' pezzi che può esser qualunque. Si ha cura soltanto di romperli prima di immergerli, in modo che le loro parti centrali siano messe a nudo e sottratte così alla protezione delle superficie carbonate.

Quando una pozzolana non ha resistito a nessuna prova è naturale di saggiarla con una calce idraulica: le probabilità di successo sono realmente accresciute; ma se la calce non possiede la qualità idraulica che in grado mediocre, questa combinazione diviene pericolosa, dappoichè essa può lottare due anni e più contro l' azione salina, prima di cedere; e se gli esperimenti di laboratorio non hanno avuta la medesima durata, e che siasi troppo presto giudicato favorevolmente, si va incontro a gravi errori.

Ne' lavori del forte Boyard nella Charente - Inferieure l' ingegnere in capo sig. Garnier ha visto massi, formati con degli smalti composti di un volume di calce mezzanamente idraulica, di un volume di pozzolana artificiale e di altrettanta sabbia, essere attaccati due anni dopo l' immersione, e distruggersi rapidamente, sebbene indurati all' aria per un anno prima di essere gettati nel mare.

Se dagli smalti di pozzolana passiamo alle semplici malte idrauliche, incontreremo pel tempo degli esperimenti le medesime difficoltà; noi abbiamo visto nel nostro laboratorio, nel tempo stesso che i sig. ingegneri Féburier e Dehargne l' osservavano a Saint-Malo ed a Brest, delle malte con calce di Doué e di Paviers resistere per quattordici mesi alla immersione immediata, e scomporsi dal quindicesimo al decimosettimo mese.

Quest' azione tarda dell' acqua di mare deve suscitare grandi imbarazzi là dove grandi lavori sono immediatamente necessari, e dove nessun antecedente può dar lume sulle proprietà particolari alle diverse specie di calce ed alle pozzolane della contrada.

(c) Nel 1847 trovai adoperato il procedimento per costruire nello intervallo fra due maree con malte non resistenti all' azione salina, qui accennato dall' autore, ne' lavori della diga di Cherburgo, dove, trattandosi di costruzione di gran mole, per far economia del cemento *parker* molto costoso si usava di questo, per l' altezza compresa fra il livello delle basse e quello delle alte maree, per le sole commessure delle pietre di rivestimento nelle facce che doveano rimanere esposte al contatto dell' acqua di mare. Innalzata la fabbrica per tanto quanto permetteva il tempo tra la bassa e l' alta marea, allo avvicinarsi di questa si copriva la faccia superiore del masso costrutto di uno strato di cemento *parker*, che preservava la costruzione nel tempo che rimaner dovea sommersa. Allo abbassarsi delle acque si riprendeva il lavoro con lo stesso metodo, procedendo così sino a che si fosse giunto ad un livello superiore a quello delle alte maree. I lavori di Cherburgo erano diretti in quell' epoca dal sig. Reibell, Ispettore divisionario de' Ponti e Strade, lo stesso che ha pubblicato la novella edizione dell' opera dello Sganzin ed alla cui cortesia sono debitore dei ragguagli che nella mia breve dimora potei raccogliere intorno a quella celebre costruzione. — *N. de Rosa.*

I fatti autenticamente stabiliti, che si potrebbero porre a confronto colla composizione chimica delle sostanze adoperate, sono sventuratamente poco numerosi. Pur tuttavia tenteremo di indicarne qualcuno, se non per altro, per dare un idea delle difficoltà connesse ad un giudizio da darsi dopo un esame chimico (10).

Attitudine di talune pozzolane vulcaniche per l'acqua di mare.

INDICAZIONE delle POZZOLANE.	COMPOSIZIONE dei SILICATI.	PRINCIPÎ STRANIERI A' SILICATI POZZOLANITICI, SU 100 PARTI. Utili per aver favorevolmente disposti silicati:		Nocivi come inerti: sabbie quarzose, carbonato di calce.	Chimicamente nocivi: perossido di ferro.
		Potassa o soda combinata.	Calce combinata.		
Buone per tutti i casi di uso in acqua di mare.					
Traas del Reno. . .	22/100	8. 00	2. 60	»	5. 00
Pozzolana di Roma .	24/100	5. 50	8. 80	»	12. 00
Id. artificiale di Calais.	23/100	»	8. 10	32. 00	9. 19
Buone per gli smalti immersi dopo diseccamento.					
Bruna di Napoli . .	19/100	1. 00	10. 00	2. 50	29. 50
Grigia chiara *idem* .	32/100	3. 00	10. 00	2. 50	12. 50
Grigia scura *idem*. .	30/100	3. 00	9. 50	1. 50	15. 50
Improprie a qualunque uso in mare, salvo il caso dei rivestimenti.					
Bruna dell'isola Borbone	43/100	»	»	1. 00	31. 55
Varietà della stessa. . .	39/100	»	»	1, 00	40. 60

(10) La pozzolana che noi chiamiamo di Calais nel quadro, e della quale trovansi l'analisi e la storia alle pagine 99 e 100 de' nostri *Studî* del 1846, fu fabbricata nel 1835 dal sig. Néhou con le alluvioni del porto posteriore. Essa ha resistito all'acqua di mare, passando per le più forti prove del laboratorio. I sig. ingegneri incaricati del servizio idraulico in Calais pongono ora in dubbio la sua efficacia, fondandosi sulla degradazione delle commessure di paramento, dove è stata adoperata; queste degradazioni possono dipendere da una dose troppo forte di calce, o da una cottura che non avesse decomposta la più gran parte del carbonato calcare dell'argilla, o infine da una variazione nella composizione dell'argilla medesima. La nostra affermazione non si applica e non può applicarsi che al campione trasmessoci dal sig. Néhou: un difetto d'identità tra questo campione e la pozzolana che oggi si fabbrica basta a giustificare le nostre osservazioni, senza nulla distruggere di quelle dei sig. ingegneri di Calais.

In questo quadro il silicato pozzolanico di allumina è espresso da 100, e forma il denominatore delle frazioni della prima colonna, i numeratori delle quali esprimono le sole dosi di allumina. Queste frazioni sono gl'indizi più esatti che si possano dare dell'attitudine o inattitudine delle pozzolane pe' lavori in mare. L' inattitudine cresce come i numeratori. È fra $\frac{10}{100}$ e $\frac{24}{100}$ inclusivamente, che trovansi i silicati convenienti alla immersione immediata, a meno che la composizione generale della pozzolana non sia snaturata da forti dosi di perossido di ferro, come nella pozzolana bruna di Napoli, la quale ne contiene 29.50 per 100, e che per questa circostanza è messa nella seconda classe. Si può vedere dall'esempio della pozzolana artificiale di Calais, quanto i principî solamente inerti siano meno a temere che l' ossido di ferro. Ciò si comprende, dappoichè essi non fanno che frapporsi fisicamente negli smalti.

I numeratori elevati delle frazioni indicanti l'attidudine delle pozzolane dell'isola Borbone, uniti alle dosi del tutto insolite dell'ossido di ferro, spiegano abbastanza la loro assoluta inefficacia contro l' azione salina.

Noi dobbiamo indicare una causa di attitudine indipendente dalla composizione de' silicati e molto possente quando è abbastanza pronunziata; questa è la modificazione apportata alla loro coesione dalla combinazione naturale o artificiale co' fondenti calce, potassa o soda. Se per esempio, la cottura della pozzolana di Calais, senza aumentare d' intensità, fosse stata prolungata per un tempo lungo abbastanza per combinare coll'argilla tutta la calce delle 32 parti di carbonato non decomposto, l' energia di questa pozzolana sarebbe stata raddoppiata, come noi lo abbiamo verificato (11).

L' esame di tutte queste circostanze nulla proverebbe assolutamente, se la costituzione chimica delle sostanze analizzate non le rendesse molto accessibili agli agenti chimici per via umida. Non basta che una sostanza contenga della silice e dell'allumina in date proporzioni perchè essa possa dirsi pozzolana, ma è d' uopo che attaccata successivamente da un acido bollente e dalla potassa liquida (12) nulla lasci per residuo, a meno che essa non sia mischiata con un poco di sabbia o di quarzo diviso. Quanto più facilmente una pozzolana ubbidisce a questa operazione, maggiori guarentigie essa offre per una pronta e forte combinazione colla calce.

Se non ostanti tutte queste investigazioni, l' esame chimico di una pozzolana può lasciare ancora dubbi sulla sua specialità, almeno esso può servire a far rigettare *a priori* tutte quelle che si presentano con caratteri di grande mediocrità, e risparmia quindi il tempo di esperimenti inutili.

Noi abbiamo scarsezza anche maggiore di fatti autentici e variati sulla resistenza delle malte idrauliche nell' acqua di mare, che per riguardo alle pozzolane, e tuttavia la composizione più uniforme delle diverse specie di calce idraulica ci permetterà di dare ad un piccolissimo numero di osservazioni una portata molto più estesa.

La calce idraulica siliciosa dell' Ardèche, identica a quella della Drôme e dell' Isère, ha subito con successo le pruove del laboratorio a Tolone, durante più di tre anni, sotto l' inspezione del sig. Noël; essa ha servito colla sola sabbia alla costruzione de'massi del nuovo porto della Joliette a Marsiglia; in questo momento è adoperata pe' massi ne' lavori di Port-Vendres; la sua specialità per la immersione immediata, e con più forte ragione per tutti gli altri casi, è quindi perfettamente stabilita; essa è composta di:

Silice	23. 00
Allumina con poco ferro	1. 20
Magnesia	5. 28
Calce caustica	70. 50
	100. 00

In ogni calce idraulica, l' indizio della qualità idraulica è direttamente proporzionale ad una frazione, il numeratore della quale è l' argilla compresa la magnesia, ed il denominatore la calce idraulica rappresentata da 100; questo indizio sarà dunque nel caso attuale di $\frac{41.80}{100}$.

Abbiamo nella calce di Paviers (Indre-et-Loire) un altro esempio di calce siliciosa così composta;

Calce	77. 29
Silice	19. 51
Allumina	3. 20
	100. 00

Questa calce, eccellente per l'acqua dolce, non è stata sperimentata pe' massi in mare; ma le esperienze di Saint-Malo e di Brest hanno mostrato in modo decisivo che essa è troppo debole per la immersione immediata; l'indizio della sua qualità idraulica non è che di $\frac{29}{100}$.

La calce di Doué, trovata a Brest più debole della precedente, è composta nel modo seguente:

Calce	71. 133
Silice	16. 833
Sabbia	3. 000
Allumina	3. 160
Ferro ossidato	4. 000
Magnesia	1. 874
	100. 00

(11) *Nouvelles études*, pag. 99 e seguenti.

(12) Questa operazione deve esser ripetuta sino a che tutto sia scomparso, salvo il caso della presenza della sabbia quarzosa o basaltica, o di ogni sostanza resistente, e quindi inerte e nociva; quando una sostanza resiste assolutamente a questa prova non è pozzolana.

L' indizio della sua qualità idraulica è di $\frac{80.74}{100}$, cioè un poco più forte di quello della calce di Paviers ; ma l' influenza dannosa dell'ossido di ferro e della sabbia la fa scendere per un grado al di sotto.

La calce di Plassac, nel dipartimento della Gironda, si compone di :

Calce	72. 000
Silice	20. 667
Allumina e poco ferro.	5. 666
Magnesia	1. 667
	100. 00

L' indizio della qualità idraulica di questa calce è $\frac{58.89}{100}$; essa è servita colla sola sabbia alla costruzione di taluni massi della gettata della punta di Grave, e questi massi hanno perfettamente resistito all' azione salina ed agli urti del mare. Taluni saggi fatti al forte Boyard sembrano stabilire che questa calce è troppo debole per la immersione immediata.

Ravvicinando queste osservazioni, si ha dritto a conchiudere che in ogni calce idraulica nella quale la silice forma quasi i $^3/_4$ dell' argilla, l'indizio della qualità idraulica pel caso de' massi deve arrivare a quasi $\frac{39}{100}$, e che pel caso della immersione immediata deve elevarsi a $\frac{42}{100}$ al meno.

Si osserverà che l'indizio delle qualità di calce eminentemente idrauliche estreme è di $\frac{44}{100}$, e che passato questo termine si arriva alle qualità limiti, l'indizio medio delle quali è di $\frac{53}{100}$; quando le cifre si elevano verso i $\frac{75}{100}$ ed al di là si entra nella classe de' buoni cementi, che nessuna azione salina può attaccare, e senza i quali molti lavori in mare sarebbero impossibili. È infatti co' soli cementi che si possono costruire o consolidare le fabbriche esposte ad essere immediatamente battute da forti onde, e riempiere le commessure de' paramenti destinati a preservare le masse di fabbrica dal contatto dell'acqua salata quando esse sono attaccabili.

Sebbene i cementi continuamente bagnati nel mare non possano mai seccarsi sino al punto da acquistare quella consistenza che li rende utili nelle commessure de' rivestimenti costantemente a secco, non è però meno vantaggioso di mischiarli con sabbia ; un buon cemento l' indizio del quale è da $\frac{75}{100}$ a $\frac{80}{100}$ può ricevere un volume di sabbia eguale al suo. Questa sabbia impedisce il ristrignimento, ma a lungo andare cessa dall' essere un semplice riempimento, ed agisce sul cemento per aderenza come sulla calce idraulica.

I cementi possono essere ancora utili per trasformare in malte idrauliche le malte a calce grassa. Noi invitiamo premurosamente i costruttori a fare saggio di questa trasformazione, che può eseguirsi in più modi. Noi teniamo ora in esperimento nell' acqua di mare da nove mesi dei mattoni formati di una simile malta, composta di due misure di cemento, di nove misure ed un quarto di calce grassa in polvere, spenta per immersione, e di nove misure di sabbia. Questi mattoni erano stati fabbricati da un mese allorchè furono immersi ; la loro coesione non era allora che di chil. 1.16 a centimetro quadrato ; essi hanno acquistato nell' acqua di mare una durezza esterna considerabile che, se si estende all' interno, promette de' belli risultati. La quantità di cemento adoperato è un minimo; noi crediamo che con tre misure di cemento per nove di calce in polvere il successo di questa combinazione nulla lascerebbe a desiderare. Il tempo ci dirà d' altra parte quale sarebbe il suo risultato nel mare.

Il nostro scopo in quest' articolo è stato dapprima di ridurre al suo giusto valore l' opinione esagerata che si ha in generale delle pozzolane vulcaniche pe'lavori in mare e di richiamare così l' attenzione sulle qualità speciali delle pozzolane artificiali, prodotte dalla cottura moderata delle argille pure o quasi pure, per riguardo alla loro applicazione alla immersione immediata o dopo diseccamento.

Noi abbiam voluto mostrare in seguito con fatti innegabili, osservati nel laboratorio ed in grandi lavori, sino a qual punto si possa contare su' paramenti inattaccabili per proteggere indefinitamente contro l' azione salina le masse di fabbrica attaccabili che essi rivestono, ed indicare d'altra parte tutte le risorse che presentano le qualità di calce eminentemente idrauliche ed i cementi.

I mezzi chimici d' investigazione che abbiamo esposti potranno esser utili agli ingegneri che non han perduta l' abitudine delle operazioni di laboratorio. Questi mezzi, combinati co' saggi, raddoppiano col fatto le certezze e pongono in guardia contro le deduzioni che si potrebbero trarre da casi fortuiti; essi sono al genere di ricerche di cui ci occupiamo ciò che l'analisi è all' empirismo ne' problemi fisico matematici.

NOTA SUPPLEMENTARE.

La conchiusione enunciata nel corso di questo articolo, sull'efficacia di un paramento inattaccabile dall'acqua di mare, per la preservazione e la durata indefinita delle malte interne, non porta seco la necessità dell'impermeabilità nelle pietre di un tale paramento; queste pietre potrebbero senza inconvenienti essere porose quanto il gres a filtrare; dappoichè, supponendo ancora che per una specie di *endosmosi* l' acqua di mare fosse attirata sino al contatto della massa rivestita, ivi si formerebbe immediatamente uno strato di magnesia, che ostruendo i pori della pietra supplirebbe anche immediatamente alla impermeabilità. L'azione salina sarebbe quindi ancora paralizzata e ridotta all'effetto insignificante di un attacco tutto superficiale.

Questo risultato è dimostrato da ciò che ha luogo per

le tele o tessuti inviluppanti di cui si è parlato; questi tessuti non divengono protettori efficaci delle malte o smalti avviluppati, se non perchè esse si rivestono in pochi giorni di magnesia ed altri sali e divengono così coperture impermeabili.

USO DEL FERRO NELLE COSTRUZIONI.

(Continuazione, vedi pag. 31 e 41.)

SOLAI IN FERRO.

Varî sistemi sono stati proposti per la costruzione dei solai in ferro e tutti, ad eccezione forse di un solo, consistono in armature composte di archi, tiranti ed altri pezzi accessorî. Queste combinazioni più o meno complicate soddisfanno male alla economia ed in modo molto imperfetto alle leggi della stabilità.

» Noi abbiamo già mostrata la gran simplificazione degli architravi metallici, che da armature arcate, con tiranti e staffe, si sono trasformati in semplici tiranti di ferro quadrato, poggianti sopra gli stipiti e su colonne in ferro fuso. Essi sono ora generalmente preferiti per le aperture delle botteghe. »

» Ma se gli architravi metallici sono giunti dal composto al semplice in que'casi che permettono l'uso di sostegni intermedî, una simplificazione analoga di recente introdotta nella costruzione de'solai ci sembra dovere ormai esser sostituita a tutti i sistemi di armature, i quali richiedendo una mano d'opera considerabile, obbligano ad una grande economia di materiale, e quindi ad adottare sezioni minime pe' pezzi onde rimanere per quanto è possibile fra' limiti del prezzo de' solai in legno. »

» Il desiderio di non eccedere il costo de' solai in legno è senza dubbio molto plausibile; ma è forse ragionevole lo annettere troppa importanza a questo lato della quistione? La incombustibilità del ferro che deve sgravare i proprietarî dalle spese di assicurazione contro l'incendio, che deve liberarli dal timore in cui son posti per la menoma accensione di un cammino nella loro casa o presso i vicini, tiene, per quanto ci sembra, anch'essa un valore. »

» Bisogna pure tener conto della durata lunga del ferro, messa a confronto di quella del legno, che si è talvolta obbligati di rinnovare dopo pochi anni, e della possibilità di cambiar posto a' cammini e di stabilirne dei nuovi ovunque si vorrà, senza darsi pensiero di ciò che è al disotto. »

» La carica si troverà ancora più regolarmente distribuita su' muri per la soppressione degli incastri, che la lasciano cadere su taluni punti soltanto, senza contare le difficoltà che presentano con la loro disposizione gl'incastri medesimi, cagione feconda d'incendi. »

» In fine da un lato il legname divenenendo ogni anno più caro, e dall'altro il ferro diminuendo progressivamente di valore, pel perfezionamento della sua fabbricazione, non ostante il gran consumo che si fa di questo metallo, non è forse lontano il tempo che, anche abbondando nelle dimensioni, i solai in ferro costeranno meno di quelli in legno. »

» Sovente a prima vista si è arrestati dal prezzo dell'unità di un lavoro che forma solo una parte di una grande opera, tal'altra volta si è colpiti dal prezzo elevato della stessa unità, senza aver calcolato l'aumento totale che l'adozione di questo lavoro porterebbe al costo dell'insieme dell'opera. Questa timidezza è del tutto irragionevole e per non meritarne anche noi il rimprovero, calcoleremo di quanto sarebbe aumentato il costo di una casa ordinaria per l'uso de' solai in ferro. »

» Supponiamo una casa di 10 metri di lunghezza per 10 di larghezza, la superficie della quale sarebbe di 100 metri quadrati. A 700 franchi il metro superficiale, questa casa costerebbe 70 000 franchi. Se adottiamo pei solai il sistema del sig. Vaux del quale daremo in ultimo la descrizione, per larghezze medie di 5 metri, che costano fr. 3.25 a metro di più di quelli di legno comprese le ferrature, avremo per ciascun solaio un eccesso di 325 fr.; e per 5 solai ed un tetto, un aumento di 1 950 fr. Questa somma non rappresenta che la trentesimasesta parte della spesa totale, o meno del tre per cento. »

Premesse qneste considerazioni passiamo a descrivere i principali sistemi de' solai in ferro mostrando gl'inconvenienti ed i vantaggi che essi presentano.

Solaio Bellemère. — Questo solaio si distingue dagli altri per la sola forma delle armature; in quanto alla disposizione delle medesime ciò che diciamo di esso deve intendersi di tutti i solai costrutti secondo il sistema ordinario.

» Supponiamo che si tratti di costruire in ferro i solai di una casa di cui la fig. 20, tav. V, rappresenti il pian terreno e la fig. 21 il primo piano. »

» Parallelamente al muro di faccia sulla strada, si disporranno due armature maestre il modo di agire de' diversi elementi delle quali, come archi, corde ec. si scorge dalla fig. 22; queste armature maestre son destinate a sostenerne delle altre secondarie, *c*, *c*, *c*, fig. 22, distanti fra loro un metro, e delle quali la fig. 23 mostra il modo d'agire delle parti. Parallelamente alle armature maestre si disporranno delle traverse in ferro *d*, *d*, *d*, distanti fra loro per $0^{m}.60$, in fine parallelamente alle armature secondarie si situeranno delle *costole di vacca* (12).

(12) Nel commercio del ferro i mercanti ed intraprenditori chiamano così un ferro di mediocre qualità di m. 0.01 di lato.

e, e, e, distanti per $0^m.75$. Si otterrà così una rete sulla quale si faranno delle guide (*augets*) e lo strato di gesso come pe' solai in legno. »

» Tale è la disposizione generale de' solai in ferro; vediamo ora i particolari di questo genere di costruzione. »

» L'armatura maestra, fig. 22, ha molta analogia cogli architravi di cui abbiamo parlato di sopra. Essa si compone di una corda, di un arco e di un tirante ; questi diversi elementi son riuniti da traverse. Le estremità dell'arco e della corda si uniscono in una cassa di ferro fuso X (fig. 24, 25, 26, 27 e 28) che è una parte importante del sistema che descriviamo. »

» Questa cassa si compone di due parti X,X (fig. 24 25, 26, 27) ciascuna delle quali comprende ; 1.° una scanalatura orizzontale 1, 1, 1, 1, (fig. 24 e 25) pe' rami *a a* del biforcamento della corda ; 2.° una scanalatura verticale 2, 2, 2, 2, (fig. 24, 25 e 28) destinata a ricevere il cuneo *b* (fig. 24, 27 e 28); e 3.° un' altra scanalatura 3, 3, 3, 3, (fig. 25 e 28) per ricevere l'arco *cc* (fig. 27 e 28). »

» Per riunire quest' armatura maestra si uniscono dapprima le due parti della cassa con tre cavicchi *m, m, m*, (fig. 24, 25, 27 e 28) ; indi si mette a posto ciascuno degli elementi sopra indicati , e per dare all' arco *cc* ed alla corda *aa* tutta la tensione necessaria, si batte il cuneo *b* da sotto in sopra a rifiuto ; allora per mezzo della cassa una gran pressione si esercita sull' arco e la corda e si ottiene un sistema di gran rigidezza. »

» Le armature secondarie si compongono da un arco , un tirante e molte traverse (fig. 23); queste armature hanno il loro punto di appoggio , sia su' muri , sia sulle incavallature secondarie , come lo indica la fig. 29. »

» Un metro del solaio che si è descritto costerà :

In ferro. . . . . 7 fr. 75 c.
In legname di quercia 9. 20 (13)

» Sostituendo il legname al ferro si ha dunque un' economia di fr. 1.45 a metro superficiale. Questa economia non ha luogo che per le aperture di meno di 4 metri , come si può scorgere dal quadro seguente , che indica le dimensioni de' principali elementi di questo genere di solaio (14).

DISTANZA FRA GLI APPOGGI.	ALTEZZA DELLA FRECCIA	DIMENSIONI DELLA CORDA. ALTEZZA.	DIMENSIONI DELLA CORDA. SPESSEZZA	DIMENSIONI DELL' ARCO. ALTEZZA	DIMENSIONI DELL' ARCO. SPESS.	PREZZO DEL METRO QUADRATO.
3.m 00	0.m 16	0.m 040	0.m 009	0.m046	0.m009	fr. 6. 35
3. 50	0. 18	0. 040	0. 009	0. 054	0. 009	7. 15
4. 00	0. 21	0. 046	0. 011	0. 054	0. 011	7. 75
4. 50	0. 23	0. 046	0. 013	0. 054	0. 013	11. 05
5. 00	0. 25	0. 046	0. 013	0. 062	0. 013	11. 55
5. 50	0. 26	0. 046	0. 013	0: 070	0. 013	11. 95
6. 00	0. 28	0 046	0. 016	0. 070	0. 016	13. 90
6. 50	0. 30	0. 046	0. 018	0. 070	0. 018	15. 40
7. 00	0. 32	0. 046	0. 020	0. 070	0. 020	16. 20
8. 00	0. 34	0. 050	0. 020	0. 070	0. 020	21. 80

Sistema Batelier. — Il sig. Batelier, autore degli architravi in ferro di cui abbiamo parlato di sopra (pag. 41), ha applicato nell' ospizio Louis - Philippe il suo sistema di armature alla costruzione di un solaio.

» Questo solaio di cui la fig. 14 , tav. VI, mostra la disposizione , forma un quadrato di 9 metri di lato, diviso in due travate eguali da un' armatura principale *ab*; queste travate poggiano su due muri paralleli. L' armatura *ab* , riceve, al quarto della sua lunghezza a partire da' muri , quattro correnti *c*, attaccati da un estremo sul dorso dell' armatura principale *ab* , e dall' altro su due architravi di legno *d* poggianti da ciascun lato sulle teste de' muri ed in altri punti della loro lunghezza sopra sostegni verticali. Questi correnti , che sono vere armature , ricevono otto travicelli *e* dello stesso sistema, mentre che altri travicelli *f* riempiono l' intervallo fra' muri ed i correnti. L' altezza dell' armatura principale *ab* è di $0^m.50$ e quella delle altre di $0^m.40$; l' eccesso rimane al disopra. »

» L' area di questo solaio poggia su lamine di latta scanalate , che sono riunite da regoli di ferro sottili di quelli detti *costole di vacca* , stabiliti sul dorso de' travicelli alla distanza di $0^m.45$ fra loro. Le scanalature danno a queste lamine di latta una certa rigidezza. Il solaio è coperto di gesso sopra una rete di fili di ferro a larghe maglie , che tien luogo di tavolato , e sostenuto da un altra serie di regoli poggianti sulle corde de' travicelli e de' correnti. »

» Questo solaio sostiene una carica di esperimento composta di mattoni regolarmente distribuiti su tutta la sua superficie , e calcolata a 300 chilogrammi per metro superficiale. Questa carica ci sembra insufficiente perchè questo solaio possa ispirare una perfetta sicurezza. Secondo Rondelet (*Art de Bâtir*) , la massima carica che possano ricevere d' ordinario i solai delle case di abitazione , è quella che produce una riunione di persone in piedi e ristrette l' una presso l' altra , carica che si calcola a 395 chilogrammi per metro quadrato. Sa-

(13) Eccone l' analisi : la superficie del solaio è di 10 metri per 11 cioè 110 m. , che a 0.08 steri per metro superficiale , danno . . . . steri 8. 800
a 105 franchi lo stero . . . . 924 fr. 00 c.
I ferri come tiranti paletti ec., necessari per unire
i pezzi di quercia : 135 chilogr. a 65 fr. per 100 chil. 87. 75 c.

Costo totale. . . 1011 fr. 75 c.
Cioè per un metro quadrato. . . . . 9 fr. 20 c.

(14) Le dimensioni segnate sono il risultato di numerose esperienze fatte in diverse costruzioni.
I prezzi sono quelli de' lavori eseguiti ne' due primi trimestri dell' anno 1846.

rebbe quindi mestieri che il solaio di esperimento sostenesse almeno 400 chilogrammi per metro, senza piegare, dacchè tutte le persone non potrebbero rimanere in assoluto riposo. Nelle riunioni gli uni camminano, gli altri danzano, ed in seguito de' movimenti concordi di questi ultimi, che si sollevano e ricadono alternativamente, il solaio subisce una oscillazione, e la somma di questi effetti sorpassa molto sensibilmente quello del peso delle persone ripartito uniformemente; soltanto, allorchè si danza, la folla non può esser così compatta come in altri casi. »

» I timpani che riempiono le armature di questo solaio sono di lamine di ferro, la spessezza delle quali varia fra 2 e 5 millimetri. Uno de' timpani dell' incavallatura principale si è piegato presso l' appoggio di un corrente. Questa circostanza non ha accresciuta la nostra fiducia in un sistema, composto di elementi troppo deboli per presentare una resistenza continua, sia alla carica, sia alla ossidazione. Si trema al vedere il sottile nastro di ferro che forma il tirante principale, e la rottura del quale porterebbe seco quella di tutto il rimanente. »

» Nonostante la leggerezza de' suoi elementi, il solaio di esperimento costa pure 32 fr. il metro superficiale, compreso area e guide. Giova far osservare che le lamine scanalate, che sostengono l' area, fan risparmiare il vasellame di argilla adoperato ordinariamente come riempimento ne' solai in ferro, e che costa, per un medio, a 15 franchi il metro superficiale. »

» *Solaio Vaux.* — Questo solaio di cui la pianta e le sezioni sono rappresentate dalle fig. 1, 2 e 3, tav. VI, si compone di una serie di travicelli in ferro *a*, (fig. 1, 2, 3, 4 e 5) di 9 millimetri di spessezza e, secondo la distanza fra gli appoggi, da 10 a 20 millimetri di larghezza, messi di taglio su' muri, a circa 75 centimetri l' uno dall' altro. »

» Questi travicelli, che hanno una curvatura di $0^m.01$ di freccia ed hanno gli estremi tagliati e ricurvati nel modo che si vede dalla figura, sono uniti fra loro da una serie di traverse di ferro quadrato *b*, di 16 millimetri (fig. 1, 2, 3 e 5) e delle quali veggonsi i particolari nelle fig. 4, 5, 6 e 13, con doppio gomito e situate fra loro alla stessa distanza de' travicelli. »

» Queste traverse si attaccano dall' alto sul dorso dei travicelli e discendono sino ad un centimetro al disopra della parte inferiore di questi. (v. fig. 4, 5, 6 e 13). »

» Su queste traverse, parallelamente a' travicelli, son poste in ogni travata due quadrelli di ferro di 11 millimetri in quadro di sezione (vedi fig. 1, 3 e 5) ciascuno di un solo pezzo, e con gli estremi divisi nel modo stesso de' travicelli. Questi quadrelli dividono ciascuna travata in tre parti eguali. »

» Allorchè si vogliono concatenare fra loro i solai di più stanze contigue, si uniscono con cavicchi le estremità vicine de' travicelli in ogni due travate. (vedi *d*, fig. 1 e 2). »

» La spessezza de' travicelli è invariabilmente fissata a 9 millimetri, ma l' altezza della loro sezione aumenta in proporzione della lunghezza. Secondo le regole stabilite dall' inventore del sistema, e che noi crediamo possano modificarsi, quest' altezza è la trentesimasesta parte della lunghezza. Così i travicelli hanno una sezione di $0^m.108 \times 0^m.009$ per la lunghezza di 4 metri; di $0^m.133 \times 0^m.009$ per la lunghezza di 5 metri; di $0^m.162 \times 0^m.109$ per quella di 6 metri, ed una sezione di $0^m.190 \times 0^m.009$ per la lunghezza di 7 metri. »

» Il peso totale del ferro per metro quadrato di superficie, è per la lunghezza di 4 metri, chil. 16. 65; per 5 metri, chil. 18. 80; per 6 metri, chil. 21. 25, e per 7 metri, chil. 22. 45. »

» La distanza fra i travicelli è fissata a $0^m.75$ da asse ad asse, salvo frazioni in più o in meno allorchè lo spazio non è divisibile per 75; è sempre meglio però adottare la divisione per frazioni in meno, la quale se aumenta un poco la spesa favorisce la solidità. »

» Le dimensioni delle traverse *b*, e de' quadrelli *c*, sono invariabili, per le regole stabilite dall' autore, qualunque sia la lunghezza de' travicelli. A ciò non vi è obbiezione a fare in quanto alle traverse, la cui lunghezza non varia che di poco, ma i quadrelli *c*, la lunghezza dei quali varia da 1 a 7 o 8, essendo fissati agli estremi, e dovendo talora concorrere colla loro tensione a sostenere una parte della carica del solaio, richiederebbero una grossezza proporzionale alla loro lunghezza, come si osserva nelle catene de' ponti sospesi. Noi vorremmo perciò che la sezione de' quadrelli fissata a $0^m.010$ per le lunghezze di 2 metri e al disotto, fosse di $0^m.011$ per le lunghezze da 2 a 4 metri, di $0^m.012$ per quelle da 4 a 6 metri, e così crescendo per ogni due metri di lunghezza. »

» Uno de' vantaggi del sistema Vaux sugli altri sistemi de' solai tanto in ferro che in legno, è quello di avere una spessezza molto minore, la quale permette di dare da 10 a 15 centimetri di più a ciascun piano, in ragione inversa delle lunghezze, o di diminuire di $0^m.60$ o $0^m.90$ l' altezza totale di un edifizio a cinque piani. »

» I solai Vaux non richieggono nessuna saldatura, nessuna riunione di pezzi, nessun foramento. Non havvi altra operazione a fare che la centinatura de' travicelli, che può ottenersi battendoli a freddo, la tagliatura e piegatura degli estremi, e la piegatura de' gomiti delle traverse. Non è possibile, come si scorge, di ridurre a meno la mano d' opera. »

» L' eccesso della spesa, ne' sistemi ad armature composte, consiste nella mano d' opera, la quale si deve sempre cercare di ridurre, allorchè trattasi di oggetti dei quali lo scopo principale, anzi unico, è di presentare

una resistenza meccanica. Nel sistema Vaux al contrario questo eccesso ha luogo per un aumento di materiale, che costituisce un valore intrinseco, reale, e presenta maggiori condizioni di durata. »

» Ne' sistemi ad armature composte, la resistenza consiste più nella combinazione delle parti costituenti dei travicelli che nella forza virtuale della materia. Ma siccome queste parti costituenti sono molto sottili, una certa alterazione in una di esse può divenire cagione di ruina, mentre nel sistema Vaux o in ogni altro simile sistema, la simplificazione è tanto grande, che la resistenza dei solai consiste principalmente nella rigidezza della materia. Noi abbiamo una fiducia molto limitata nella combinazione delle armature. »

» Due commessioni sono state nominate nel 1845 per l'esame del solaio Vaux; l'una dal governo e l'altra dalla Città di Parigi. Ci rincresce che queste commessioni non abbiamo ancora pubblicati i loro rapporti; poichè trattandosi di una invenzione di un uso tanto comune quanto quella di un buon sistema di solai, si dovrebbe affrettarsi a dar conto al pubblico del suo valore, per diffonderne od arrestarne l'uso. »

» Negli esperimenti fatti, un solaio lungo 5 metri fra gli appoggi ha sostenuto una carica di 500 chilogrammi per metro quadrato di superficie. Prima di coprirsi il solaio, i travicelli avevano $0^{m}.050$ di freccia, dopo si ridussero a $0^{m}.045$. »

» Sotto una carica di 500 chilogrammi per metro, cioè di 9000 chilogrammi per la superficie totale, non rimaneva che $0^{m}.030$ di freccia, e dopo quarantotto ore di carica, la freccia si ridusse a $0^{m}.025$. Scaricato il solaio, riprese $0^{m}.40$ di freccia. »

» Un esperimento di un altro genere fu fatto dal sig. professore Jay. Su due travicelli del mezzo di un solaio di 6 metri fra gli appoggi, si costruì un muro di $0^{m}.50$ di spessezza e di 1 metro di altezza. La proiezione orizzontale degli estremi di questo muro cadeva a $0^{m}.08$ prima de' punti d'appoggio de' travicelli. Al principio dell' esperimento i travicelli avevano una freccia di curvatura di $0^{m}.070$. »

» Allorchè il muro fu elevato all' altezza di $0^{m}.50$ i travicelli si abbassarono di $0^{m}.025$; giunto a $0^{m}.80$ la flessione era aumentata di $0^{m}.010$; e quando il muro fu arrivato ad $1^{m}.00$ la flessione si era aumentata ancora di $0^{m}.010$; la flessione totale era allora di $0^{m}.045$, e non rimaneva che $0^{m}.025$ di freccia. »

» Dopo tre giorni di carica i travicelli si abbassarono ancora di $0.^{m}025$, ciò che li ridusse ad una linea retta. Durante i sei giorni seguenti essi conservarono il medesimo stato. Dopo la demolizione del muro e lo sgombramento de' materiali ripresero $0.^{m}065$ di freccia. »

» I materiali, pesati con cura, erano 4 152 chilogrammi, e siccome lo spazio compreso fra i due travicelli era di $4.^{m}50$ superficiali ($6.^{m}00 \times 0.^{m}75$), la carica era di 922 chilogrammi a metro superficiale. »

» Questo esperimento non ci sembra conchiudente, sebbene le estremità del muro che formava la carica di prova cadessero prima de' punti di appoggio; giacchè il muro di carica dovea vincere la propria rigidezza prima di agire su quella de' travicelli che lo sostenevano. La maggior parte della carica agendo in prossimità degli appoggi de' travicelli, questi non potevano esser caricati se non per la rottura o la flessione del muro. »

» È a presumersi che se si fosse lasciato il muro per qualche mese al suo posto, sarebbe finito per rompersi ed aumentare progressivamente la flessione de' travicelli. Per rendere la prova decisiva, sarebbe stato mestieri tagliare il muro in pezzi che agissero separatamente (15).

Conchiusione.

» Noi non diremo che il sig. Vaux abbia raggiunto il massimo perfezionamento nella costruzione de' solai metallici. Ma fra tutti i sistemi che conosciamo nessuno vi si approssima di più, salvo forse per la riduzione dei prezzi, sotto il doppio rapporto della durata e della stabilità; esso ha ridotto la mano d'opera per quanto era possibile, ed ha fatto fabbricare ferri di forma e dimensioni che non si trovavano nel commercio. »

» È ben probabile che adoperando ferri che avessero la metà della spessezza, ciò che darebbe a peso eguale due travicelli per uno, e riducendo a metà la larghezza

---

(15) Il Sig. Vaux si è anche occupato della quistione degli architravi in ferro. In vece di usare ferri quadrati, come si fa generalmente, egli ha scelto con ragione de' ferri a sezione rettangolare, posti in taglio, i quali a sezione uguale, offrono una resistenza molto maggiore.

I tiranti, di cui le figure 15 e 16 mostrano la pianta e l'elevato, e le fig. 7, 8, 9, 11 e 12 i particolari, si compongono di due spranghe di m.0.160 per m.0.030 di spessezza, rappresentanti una sezione di 48 centimetri quadrati. Le due spranghe che formano il tirante, sono riunite esternamente da una serie di cinture *e* (fig. 9, 11, 15 e 16) in ferro piatto di m.0.060 per m.0.010 e mantenuti internamente da altrettante cornici di ferro quadrato *f* di m.0.027 (fig. 9 e 12).

Le cinture, messe a caldo, nel raffreddarsi chiudono fortemente i tiranti contro le cornici. Questa combinazione unisce tanto strettamente l'insieme, che un tirante di 7 ad 8 metri di lunghezza può trasportarsi con vetture senza scomporsi. La superficie della parte di questi tiranti che deve sostenere la fabbrica superiore non avendo in tutto che 6 centimetri di larghezza per un muro di 50 centimetri, si corre il rischio dello schiacciamento de' materiali. Noi vorremmo perciò che si ricoprisse ciascun tirante di una piattabanda in ferro di m.0.080 di larghezza per m.0.010 di spessezza (v. fig. 7 e 8) sostenuta da due orecchioni in ciascuna estremità. Il ferro presenterebbe allora alla fabbrica un letto di m.0.16 di larghezza in vece di m.0.06, cioè quasi il triplo.

degl'intervalli fra i travicelli medesimi, si potrebbero sopprimere i quadrelli, e ridurre notabilmente la grossezza delle traverse, divenute per metà più corte, e tutto ciò conservando una resistenza assoluta quasi eguale; ma travicelli così sottili sarebbero mal difesi dall' ossidazione e dalla flessione laterale. »

» Noi crediamo che sia possibile ottenere qualche vantaggio modificando le proporzioni e la curvatura de' travicelli del sistema Vaux; ma proporremo un altro mezzo, che è ne' limiti dell' arte del maguano. »

» Questo mezzo consiste nel fabbricare de' travicelli in arco di cerchio da una faccia e in linea retta dall' altra, in forma di segmento di cerchio. L' altezza massima della sezione sarebbe nel mezzo e diminuirebbe progressivamente verso le estremità, dove sarebbe ridotta quasi alla metà. L' esperienza darebbe la misura delle dimensioni proporzionali della sezione media e delle sezioni estreme. Il peso del ferro si troverebbe così ridotto di quasi un quarto senza che la resistenza fosse sensibilmente diminuita. »

» Noi confessiamo che la fabbricazione di ferri di questa forma presenterebbe delle difficoltà; ma la vera industria non consiste solo nel produrre molto ed a basso prezzo, ma ancora nel variare la forma de' prodotti a seconda delle richieste de' consumatori, ed anche ciò al più basso prezzo possibile. »

(Sarà continuato.)

IDEE

Sul perfezionamento de' lastricati, in quanto al taglio de' basoli nelle voltate.

Pel Sig. ANNIBALE CORRADO Ingegnere di Acque e Strade (a).

(Articolo comunicato.)

I. La struttura de' lastricati di pietra Vesuviana, in uso nella Città di Napoli e ne'suoi contorni, grandemente avanzata sin oggi, potrebbe ricevere ancora un notevole miglioramento nel taglio de' basoli da adoperarsi nelle voltate delle strade, la qual cosa è finora la parte più difficile in questa materia.

Fra le molte condizioni necessarie ad ottenere un buon lastricato, ve ne ha due essenziali cioè: 1.° che i canti de' basoli sieno tagliati ad angoli retti; 2.° Che i basoli vadano fra loro disposti in guisa che le tracce delle ruote formino con gli assetti de' basoli stessi angoli acuti.

Or perchè il consumo de' basoli sotto le ruote riesca egualmente distribuito si può stabilire che la migliore disposizione si consegue, quando i lati de'basoli incontrano l' asse longitudinale della strada sotto un angolo di 45°; perocchè in tal caso, oltre al vantaggio del minor consumo, si ottiene altresì una vaga simmetria. In tale modo in fatti questi lastricati vanno generalmente costrutti.

Quando si tratta di strade rettilinee questa disposizione vien facilmente eseguita, non avendo il costruttore altra cura se non di collocare nella indicata direzione i basoli tagliati nelle facce superiori in forma di rettangoli o di quadrati.

Ma non sì tosto le strade torcono o formano gomiti, che allora il taglio e la disposizione de'basoli richiedono altre norme ed altre condizioni per conseguire i due indicati essenzialissimi requisiti.

In questi casi la maggior parte dei buoni costruttori si è ingegnata di tracciare delle curve che più o meno hanno asseguito lo scopo; ma non si può disconvenire (per l' esperienza della pratica giornaliera) che in ciò si procede con incertezza di regole, e solo sulle norme di quel che trovasi fatto. I basoli si sogliono accomodare e rilavorare nell' atto di porli in opera, prendendo di mano in mano le misure che occorrono, e con tale penosa operazione si procura nel miglior modo di conservare la direzione degli assetti più o meno inclinati a 45° alle diverse curve parallele all' asse curvilineo stradale; ma gli angoli retti de' loro canti vanno perduti. Indi come è chiaro deriva il danno della spesa maggiore per la mano d' opera, del maggior consumo, oltre di una ingrata veduta all' occhio dello artista.

Sarebbe però opportuno di trovare una regola generale e costante, mediante la quale, data una voltata o strada curvilinea, potesse il costruttore procedere al taglio de' basoli e stabilire la loro giacitura, di maniera che venisse ad ottenere nel medesimo tempo gli angoli retti ne' canti e la loro inclinazione a 45° alla serie delle curve suddette.

Questa regola forma il subbietto delle seguenti osservazioni.

II. Si supponga, tav. VII fig. 1, che due strade s' incontrino sotto un angolo qualunque PQR; siccome da' co-

(a) Questo articolo, scritto nel 1843, fu dall'autore dedicato al sig. Direttor generale di Ponti e Strade Cav. Gran Croce D. Carlo Afan de Rivera il quale si compiacque accettarne la dedica. Presentato all' esame del Consiglio d' Ingegneri di Acque e strade, quel Collegio lo dichiarò dotto ed utile, rendendone le meritate lodi all' autore e deliberò ancora di comunicarlo a tutti gl' ingegneri del corpo e di farlo stampare per cura della Direzion generale. Quest' ultima disposizione non ebbe però effetto; talchè questo pregevole lavoro vede ora per la prima volta la luce.

truttori si ammette che le strade a rettifilo venghino dalle ruote solcate per rette parallele agli assi longitudinali PT, Rt per identica conseguenza quindi si potrebbe stabilire, che le ruote delle vetture nel trascorrere da una strada all' altra, girassero per archi di curve paralleli ad un arco Tt tangente ai due rettifili ne' punti T e t, la cui curvatura si determina ad un di presso ne' differenti casi; o prendendo norma dalle vecchie solcature, o procurando a bella posta il passaggio d' una vettura e segnando le linee corse dalle ruote.

Per rinvenire la equazione differenziale della traiettoria che incontra sotto il costante angolo di 45° tutte le curve parallele a quella che determina l' asse curvilineo di una voltata, prescindendo dalla curva trasversale della strada, fa mestieri riflettere che le traiettorie suddette incontreranno del pari sotto il medesimo angolo tutte le normali alle serie delle curve parallele tracciate dalle ruote; epperò se indichiamo con:

$y = f(x)$ l' equazione dell' asse curvilineo della rivolta, riferita a coordinate rettangolari,

$f'(x)$ la sua derivata di prim' ordine,

$y = \varphi(x)$ l' equazione della traiettoria *ignota* riferita ai medesimi assi,

$\varphi'(x)$ la derivata corrispondente, e notando che la tangente trigonometrica dell' angolo che fa la normale dell' equazione $y = f(x)$ con l' asse delle x è espressa da:

$$-\frac{1}{f'(x)}$$

e che la tangente trigonometrica dell' angolo che fa la tangente della traiettoria col medesimo asse è indicata da

$$\varphi'(x)$$

e dovendo d' altra parte le normali dell' equazione

$$y = f(x)$$

incontrare le tangenti dell' equazione

$$y = \varphi(x)$$

costantemente sotto l' angolo di 45° si avrà prontamente:

$$\varphi'(x)\, f'(x) + 1 = f'(x) - \varphi'(x) \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

per la equazione differenziale richiesta.

Applichiamo questa equazione a qualche esempio.

Supponiamo che l' asse curvilineo Tt sia un arco circolare.

L' equazione di tale cerchio riferito al suo centro C e di raggio C T $= r$ sarà

$$x^2 + y^2 = r^2$$

e quindi

$$f'(x) = -\frac{x}{y}.$$

Sostituendo questo valore nell' equazione (1) si otterrà:

$$x\,\varphi'(x) - y = x + y\,\varphi'(x)$$

la quale può mettersi sotto la forma

$$\frac{\dfrac{x\,dy - y\,dx}{x^2}}{1 + \dfrac{x^2}{y^2}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{2\,x\,dx + 2\,y\,dy}{x^2 + y^2}$$

il cui integrale indefinito è

$$\text{arc. tang.}\ \frac{y}{x} = l\,\frac{(x^2 + y^2)^{\frac{1}{2}}}{C}$$

essendo C la costante arbitraria. Passando da coordinate rettangolari a coordinate polari, ritenendo la stessa origine e chiamando

ω l' angolo variabile BCM in cui CO normale al rettifilo PT determini l' origine degli angoli ω,

ρ il raggio vettore corrispondente, avremo:

$$x = \rho \cos\omega, \qquad y = \rho \,\text{sen}\,\omega$$

da cui

$$\rho = (x^2 + y^2)^{\frac{1}{2}},\ \omega = \text{arc. tang.}\ \frac{y}{x}$$

i quali valori posti nell' equazione (1) la cambieranno in

$$\omega = l\,\frac{\rho}{C} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

equazione della spirale logaritmica come era da aspettarsi (*).

Or se si vuole che la spirale passi per il punto B dell' arco AB, quando $\omega = 0$, dovrà essere $\rho = CB = r$ epperò la equazione (2) darà:

$$0 = l\,\frac{r}{C}$$

(*) Volendo rinvenire direttamente questa equazione, senza ricorrere alla formola generale, convien notare che i differenti raggi vettori in questo caso sono normali alla serie degli archi concentrici tracciati dalle ruote, il cui centro è C. Ma dal calcolo differenziale è noto che l' angolo formato dal raggio vettore con la tangente alla curva in un punto qualunque (ρ, ω) è espresso da

$$\rho\,\frac{d\omega}{d\rho}$$

Per le condizioni del problema occorre che gli angoli formati dalla

e quindi

$$\omega = l\frac{\rho}{r} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Determinando un'altra spirale che passi per il punto qualunque B^n del medesimo arco BA, fa mestieri che nella equazione (2), allorchè ω riceve quel determinato valore, B^nCB, che si chiami θ, sia del pari:

$$\rho = r$$

e perciò

$$\theta = l\frac{r}{C}$$

onde l'equazione (2) in tal caso sarà

$$\omega = l\,\rho\frac{e^{\theta}}{r} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

in cui e è la base de' logaritmi Neperiani.

L'equazione (4) è quella di una spirale del tutto eguale alla precedente, imperciocchè riferendo la spirale $B^n m_n^n$ a coordinate polari poste rispetto ad essa nell' identico modo che le coordinate medesime sono alla spirale $B\,m\,m'm''$, cioè prendendo la retta CB^n per origine di nuovi angoli, la quantità e^{θ} sarà allora eguale all' unità, e la (4) diverrà

$$\omega = l\;\frac{\rho}{r}$$

equazione identica alla (3). Risultamento necessario per la simmetria de' dati.

III. Segue da ciò che costruito il modello di una porzione di logaritmica $B\,m\,m'm''$. . . . . che passi per il punto B, tutte le altre traiettorie che passar debbono pei punti B', B'', B''', B^n si delineeranno senza difficoltà veruna.

E sono queste appunto le prime due linee nel senso delle quali si debbono tagliare due lati opposti de' basoli.

Le seconde linee debbono incontrare le prime sotto angoli retti, e per conseguenza la serie degli archi di cerchio del centro C sotto angoli di 45°, ma inversamente disposti.

A determinare tali linee basta descrivere una serie di spirali logaritmiche simmetriche alle prime e disposte in ordine inverso.

Nel senso di queste seconde linee saranno perciò tagliati gli altri due lati opposti de' basoli suddetti.

IV. Per facilità di pratica sarà intanto opportuno indicare il metodo della costruzione grafica della spirale, per quanto è possibile semplice e sufficientemente esatta.

Si supponga (fig. 1) che la voltata cominci dalla retta CO, e sieno BA e ba i due archi di cerchio massimo e minimo corsi dalle ruote, sia C il centro degli archi de' cerchi concentrici, si congiunga CB e con una squadra a 45° si tiri la retta Bm formando così l'angolo OBm di 45°; sarà perciò la retta Bm tangente alla logaritmica che passa per il punto B. E quindi un piccol tratto Bm di tal retta può prendersi con molta approssimazione per un elemento della curva richiesta; congiungendo poi Cm, e ripetendo la stessa operazione della squadra col raggio vettore Cm, e così proseguendo si troverà abbastanza esattamente segnata la spirale logaritmica.

Laddove per lavoro più ricercato si volesse segnar la curva con più precisione, si potrebbe porre nella equazione della spirale logaritmica,

$$\rho = re^{\omega},$$

$$\omega = 0,\ \omega = \psi,\ \omega = 2\psi,\ \omega = 3\psi\ .\ .\ .\ \omega = m\psi$$

indicando con ψ un angolo picciolissimo, giacchè allora si avrà

$$\rho = r,\ \rho = re^{\psi},\ \rho = re^{2\psi}\ .\ .\ .\ \rho = re^{m\psi}$$

e quindi i diversi valori di ρ formeranno la progressione geometrica

$$\div\, 1 : e^{\psi} : e^{2\psi} : e^{3\psi} : \ .\ .\ .\ .\ .\ .\ e^{m\psi}$$

d'onde segue, che diviso l' arco di cerchio AB in parti BB', $B'B''$, $B''B'''$, $B'''B''''$ eguali fra loro ed all' angolo ψ, i valori di ρ rappresentati sulla figura da CB, Cm' Cm'', ec., saranno facili a costruirsi, essendo continuatamente proporzionali in ordine a CB, e Cm'.

V. Se poi voglia supporsi che le rivolte venghino solcate da curve qualunque, tutte però parallele fra loro, in tal caso lo stesso indicato metodo con leggiere modificazioni sarà anche adattabile.

Si ammetta in fatti che la voltata Tt sia parabolica, allora tutte le altre curve parallele alla Tt non potendo essere parabole, apparterranno al sistema delle curve descritte da un filo di differente lunghezza ravvolto e poi sviluppato sulla evoluta della curva Tt. Così la curva AB, parallela alla parabola Tt sarà descritta dal filo svolto dell'evoluta di Tt, diminuito della porzione di normale BT limitata dalle curve suddette.

Dicasi lo stesso per le altre curve. Per tracciare adunque la traiettoria che incontrerebbe il sistema delle curve in parola sotto angolo di 45°, si dovrebbe ricorrere o all'equazione (1) e farvi le debite sostituzioni, o pure ba-

---

curva ignota con gli archi di cerchio il cui centro è C sieno di 45° quindi debb'essere

$$\frac{\rho d\omega}{d\rho} = 1$$

della quale equazione l'integrale indefinito è

$$\omega = l\,\frac{\rho}{C}$$

siccome di sopra abbiamo trovato.

sterebbe descrivere la evoluta della curva Tt, ravvolgervi un filo ed adattarvi il lembo della squadra a 45° a misura che dalla evoluta si sviluppa, la quale allora terrebbe il luogo del centro C, ed il filo svolto nelle differenti posizioni, farebbe le veci del raggio vettore; o pure si potrebbero rinvenire le diverse posizioni del filo svolto dalla evoluta, elevando all' arco Tt le normali a breve distanza. Ma è da notarsi, che descritta la curva Bm^n che passa per il punto B, quella che passar deve per il punto B' avrà di comune con la Bm^n il solo arco $m'm^n$ e quella che passa per B'' avrà di comune con quella che passa per B l' arco $m''m^n$ attesocchè la curvatura dell' arco AB non è più uniforme. D' onde segue che ad ottenere in siffatta ipotesi la traiettoria in quistione, si dovrebbe descrivere non la porzione Bm^n di essa racchiusa fra le due curve AB, ab, ma tutta quella parte limitata fra le perpendicolari elevate da' punti b ed A ai due archi ab, AB, ed adattare convenientemente le traiettorie nei punti B, B', B''; allora i basoli delle varie liste non presentando più quell' uniformità del metodo primitivo, sarebbe questa ipotesi di poco vantaggio alla pratica.

VI. Ritorniamo quindi alla supposizione delle voltate circolari.

Segnata graficamente la spirale logaritmica, bisogna che l'ingegnere presenti il modo facile per far tagliare i basoli, in guisa che situati sulla strada rappresentino due serie di curve che s' incrocicchiano ad angoli retti.

Apparecchiato uno spazio spianato, sopra di esso si segni l' angolo TCt del gomito della strada, dai punti T e t si elevino le normali CT, Ct a' due lati P T, Rt; si determinerà il centro C, quindi si segneranno i due circoli minori e maggiori AB, ab, i quali abbraccino la larghezza della strada da lastricarsi a basoli contornati a canti curvilinei. L' arco di cerchio minore si dividerà per maggior simmetria in parti uguali BB', B' B'', B'' B''' . . . sì che ne possano derivare le prime lastre o basoli della superficie prossimamente uguale a tre palmi quadrati; a questo modo le lastre minori avranno la minima superficie che d' ordinario si suole assegnare a' nostri basoli di conto.

Fissato un filo con uno de' capi al centro C, fig. 1, e disteso convenientemente, si adatti su d' esso una squadra a 45°, siccome innanzi dicemmo, e si segni la zona $Bm_{,}^{n}$. Indi con lo stesso filo e con il lembo della squadra rivolto in senso inverso, si descrivano gli assetti curvilinei B'm, B''m' . . . . . ed i modelli tagliati in siffatta guisa saranno comuni a tutte le altre liste.

Ma in tal modo il gomito di cui è parola verrebbe lastricato come indica la figura 2.

Tale sistema pero è difettoso, i basoli si sogliono situare come mostra la fig. 3, acciocchè quattro canti di diversi basoli non concorrano in un sol punto, il che è contrario alla solidità ed alla durata. Laonde per poterli porre in opera a bugna, cioè in maniera che le due giunte di due basoli di una stessa lista rispondano e sieno normali alla metà del lato del basolo della zona sussecutiva, si richiede una leggiera variazione per formare i modelli, fig. 3.

Primamente per la lista $Bm_{,}^{n}$, fig. 1, vale nel caso presente ciò che si è detto innanzi intorno la forma de' modelli de' basoli che la compongono.

Per segnare i basoli della seconda lista adiacente $B'm_{,,}^{n}$ le spirali logaritmiche rivolte in senso contrario, invece di farle passare pe' punti B, B', B'', debbono passare per la metà degli archetti BB', B' B'', B'' B''' e così risulterà la serie de' basoli della indicata lista $B'm_{,,}^{n}$.

La terza lista va compartita come la prima.

La quarta come la seconda, e così alternativamente. Sarà dunque sufficiente di tagliare i basoli secondo le divisioni di due liste adiacenti, ponendo i numeri progressivi 1, 2, 3, 4. . . . a' basoli della stessa zona e distinguendo con due colori diversi i numeri delle due liste differenti.

Per siffatto modo i maestri, posta in opera la prima zona $Bm_{,}^{n}$ col situare un dopo l' altro i basoli 1, 2, 3 di un colore, porranno agevolmente la seconda, collocando parimenti i basoli 1, 2, 3 co' numeri di diverso colore, in maniera che due giunte corrispondano normalmente al mezzo di ciascun basolo adiacente.

VII. Il metodo di sopra esposto potrebbe ancora rendersi più semplice, allontanandosi però alquanto dal rigore matematico; ed i vantaggi che se ne dedurrebbero sul primitivo sistema sono così patenti che non ammettono obbiezione alcuna per adottarlo. Ed ecco in che consiste la variazione.

Sieno (fig. 4) A b, B c, C a', tre liste ricurve segnate siccome innanzi fu detto, con la sola modificazione che le due prime zone possono essere anche disuguali; ma la terza debb' essere eguale alla prima sì nella superficie che nel taglio degli assetti. Nella prima lista Ab, e nella terza Ca', in luogo di tagliare le giunte p, p, p, e $p_{,}$, $p_{,}$, $p_{,}$, curvilinee secondo spirali logaritmiche, si segnino rettilinee come la dimostra la figura, e si badi però che gli spazii curvilinei Ap, pp, pp, sieno alquanto maggiori di tre palmi quadrati ed approssimativamente eguali alla superficie de' basoli che si hanno disponibili.

Nella seconda zona Bc si pratichi la stessa operazione, ma gli assetti rettilinei q, q, q, debbono marcarsi in guisa che distino dagli altri assetti p, p, p, $p_{,}$, $p_{,}$, $p_{,}$, almeno di un mezzo palmo. Quindi ne deriva che la quarta lista dovrà essere eguale alla seconda, la quinta alla terza ec. e così sempre alternandosi continuamente.

I vantaggi che si traggono dalla suddetta rettifica riduconsi a' seguenti.

1.° Gli assetti de' basoli, non essendo ricurvi ma ret-

tilinei, il magistero del lavorio e la spesa per la messa in opera diminuisce grandemente.

2.° La superficie de' novelli basoli potrà farsi di quella grandezza che si vuole, e non si è soggetti a prendere lastre di forma obbligata, come converrebbe col primitivo sistema.

3.° Finalmente, non si dura fatica a segnare i differenti modelli per passarli agli artefici.

In tal guisa sono state eseguite le due famigerate voltate della regia strada delle Calabrie, presso la Parrocchia di Portici ed a Torre del Greco, e con soddisfazione posso assicurare, che quantunque sieno scorsi parecchi anni da che furono terminate, pure non vi si scorge la minima degradazione.

VIII. Così dunque con la trovata formola adattata alla pratica si sarebbe raggiunto lo scopo proposto. Ogni costruttore con poco incomodo e con facilità di esecuzione, troverebbe un modello di taglio da far subire a'basoli in tutt' i diversi casi.

Nè in fine (sia lecito il dirlo) sarebbe di minima importanza per qualunque ingegnere amante dall' arte, veder l' opera sua renduta più bella per una costante e piacevole simmetria, chè nelle arti il bello non è ultima condizione e diviene essenzialissimo quando ad esso va congiunta l' utilità e l' economia.

PRINCIPII GENERALI

Secondo i quali si debbono disporre le opere de' canali di navigazione, sotto il punto di vista della frequenza del transito de' battelli.

Pel sig. Comoy ingegnere in capo de' Ponti e Strade.

(Annales des Ponts et Chaussées. — 1849.)

CAPITOLO I.

Introduzione.

Lo stabilimento di una linea di navigazione artificiale dà luogo a molte quistioni, che d' ordinario vengon distribuite come segue.

Quistioni di arte che costituiscono il lavoro dello ingegnere.

Quistione di statistica o di prodotto che vengon riguardate più particolarmente come un lavoro di amministratore.

Queste due specie di quistioni sono state finora talmente distinte, esse hanno avuto sì poca influenza l' una su l'altra, che gli studi che le riguardano sono stati fatti per lo stesso canale, da persone diverse (1) ed anche nel caso che i progetti d' un canale sono stati elaborati in tutto dalla stessa persona, le quistioni di statistica non sono state poste in esame, che per conoscere se il prodotto probabile de' dritti di navigazione poteva giustificare la costruzione del canale. Non si è esaminato se esistevano tra le due quistioni di arte e di statistica relazioni, che potessero influire sulla disposizione de' lavori del canale progettato.

Negli studî teorici non si è pensato alla quantità di mercanzie, che dovea transitare pe' canali.

Gauthey ha fatto ricerche sulla caduta che conviene dare a' sostegni, ma queste ricerche poggiano sopra elementi che non riguardano affatto la frequenza del transito dei battelli; egli paragona per diverse cadute la quantità d'acqua che consuma un sostegno pel passaggio di un battello, il tempo che perde un battello per passare per tutti i sostegni, e la spesa di stabilimento de' sostegni medesimi.

D' altronde, nel riunire tutti questi documenti, Gauthey non ne deduce alcun principio generale, che potesse dar norma nella scelta della caduta de' sostegni di un canale. Egli dice soltanto, su tal proposito, che la caduta più opportuna sembra essere di $2^m.60$, altezza media tra la più grande di $3^m.90$ e la più piccola di $1^m.30$ che ordinariamente si usano.

La quistione intorno alla caduta de'sostegni è stata studiata con maggiori particolari dal signor Girard, ma sotto il solo punto di vista del consumo di acqua de' sostegni. Girard non si è occupato affatto della influenza, che la disposizione alla quale i suoi calcoli lo conducono potrebbe esercitare sull' utilità de' canali (2).

Egli è pure sotto il solo punto di vista del consumo d' acqua che Gauthey, Ducros, de Prony ed altri autori hanno esaminato la quistione delle cadute ineguali de' sostegni accollati.

Nelle ricerche su' sotterranei e su' passaggi a sezione stretta si è soltanto calcolato a qual profondità convenga, sotto il rapporto della spesa, di usare un sotterraneo: e studiando la forma più conveniente per la sezione trasversale di diversi passaggi stretti, non si è avuto riguardo che alla facilità del passaggio de' battelli, considerati isolatamente; e non è questa affatto la condizione che più influisce sulla massa delle mercanzie trasportate, come si vedrà in seguito.

È così pure per tutte le disposizioni delle opere de' canali. Non parlando delle quistioni di stabilità, che costituiscono una serie di fatti di cui non ci occupiamo in questo

(1) V. l'opuscolo del sig. Gouin sul canale laterale alla Garonne.
(2) V. la nota A alla fine di questo articolo.

scritto, non si è studiato su queste opere che sotto il rapporto della spesa di stabilimento e del consumo dell' acqua; non si è fatto alcun esame in rapporto alla loro capacità *per la frequenza del transito*, cioè alla quantià di mercanzie che vi possono passare.

Intanto i canali non sono al certo capaci di dar passaggio ad una quantità indefinita di mercanzie. Per la loro stessa natura essi impongono de'limiti alla frequenza del transito.

Trascurando dunque la questione di utilità o di capacità al transito, si corre rischio di costruire canali che non corrispondano allo scopo.

Non bisognerebbe conchiudere da queste osservazioni che, secondo noi, gl' ingegneri, che si sono occupati dell' arte di costruire canali hanno male corrisposto al loro assunto. Dobbiam dire al contrario, che essi han dato molta luce su tutte le parti di quest'arte, lo studio delle quali poteva precedere lo stabilimento della navigazione e l' osservazione de'fenomeni ai quali il cammino de'battelli dà luogo. Ma l' influenza de' lavori di un canale sulla frequenza del transito non è un fatto semplice, che si sia potuto prevedere. Bisognavano, per riconoscerlo, gl' insegnamenti dell' esperienza, e questi insegnamenti stessi non han potuto divenire fruttuosi, che quando la navigazione si è avvicinata al limite di massima frequenza de' canali.

Ora che una pratica assai lunga della navigazione ha permesso di studiare tutto ciò che ha riguardo al cammino de' battelli, non si posson più considerare come sufficienti le condizioni introdotte fin' oggi negli studî relativi allo stabilimento de' canali. Conviene in fatti, certamente, disporre un canale in modo che il consumo di acqua e la spesa di prima costuzione non sieno esagerati. Ma prima di tutto bisogna porre i canali in condizione di soddisfare nel tempo stesso al movimento commerciale cui debbono servire, giacchè infine è per questo che essi sono costrutti, ed è a questa quistione principale, che tutte le altre debbono esser subordinate.

Questa quistione di utilità è più importante di quel che si potrebbe supporre a prima vista, e prima di aver osservato ciò che accade ne' canali in attività.

Avviene in fatti sovente, che i canali non possono dar passaggio a tutte le mercanzie che vi si debbono trasportare, o al contrario che sieno capaci di ricevere una quantità di mercanzie superiore a quella che d' ordinario vi si presenta.

Nel primo caso si è necessitati a costruire un' altra via di comunicazione o a modificare il canale già stabilito, come è avvenuto in America al canale Érié (3).

(3) Questo canale è tanto piccolo pe' bisogni del commercio, che lo stato di Nuova York ha adottato, nel 1838, il partito di ricostruirlo interamente su novelle basi.

Di qualunque modo vi si ponga rimedio, la insufficienza della prima via costrutta è sempre una cagione di maggiore spesa.

Nel secondo caso, quando il canale è atto ad un transito maggiore de'bisogni del commercio, questo eccesso di capacità cagiona un aumento di spesa affatto inutile.

La mancanza di accordo tra la capacità di un canale e il movimento commerciale cui esso serve, porta dunque in tutt' i casi un detrimento della cosa pubblica, aumentando la spesa a farsi per ottenere un determinato servizio.

La necessità di disporre un canale in modo, che la sua capacità al transito non sia al di sotto della necessità del commercio, è evidente. Ma si può dubitare che sia conveniente restringere fra certi limiti la capacità di un canale, potendo la produzione e l' industria svilupparsi al di là di quanto si possa prevedere.

Certo è che il movimento commerciale si modifica sotto l' influenza d' un gran numero di cause, e che generalmente si aumenta con l' apertura d'un canale. Crediamo perciò, che calcolando la massima frequenza del transito de' canali, sia necessario provvedere largamente a' casi imprevisti, e per tale oggetto rimettiamo i lettori a quanto vien detto nel capitolo II di questo scritto. Ma non si potrebbe negare che tutt' i luoghi non si prestano egualmente allo sviluppo del commercio e dell' industria, e che così le cifre date dagli studî statistici pel massimo della frequenza del transito, presenteranno sempre tra loro notabile differenza. In oltre la massa delle mercanzie da trasportarsi può qualche volta esser rigorosamente conosciuta e mantenersi tra dati vicini limiti, come avviene per esempio quando un canale senza uscita da un lato è stabilito pel servizio particolare d' un luogo. In quest'ultimo caso la quantità di mercanzie trasportate in un anno può giugnere a due o tre cento mila tonnellate; essa può elevarsi in altri casi ad otto o nove cento mila tonnellate, come si osserva in qualche canale di America. E si converrà che fra questi limiti estremi le variazioni della cifra della massima frequenza possono esser abbastanza considerabili, perchè la quistione di convenienza de' canali per gli usi del commercio meriti d' esser esaminata.

È quindi importante che la capacità di un canale al transito sia messa in rapporto coi bisogni cui deve servire. Non è meno importante che le opere di un medesimo canale sian poste in armonia nel rapporto della frequenza del transito, perchè un'opera che avesse una capacità al transito minore di quella di cui il canale ha d' uopo paralizzerebbe una parte dell' azione delle altre opere ed in conseguenza diminuirebbe l' utilità del canale. E se d' altra parte un' opera fornita d' una capacità maggiore di quella che si vuole ottenere, desse luogo nel tempo stesso ad una spesa maggiore, come sempre avviene, questo eccesso sarebbe interamente perduto.

Queste considerazioni generali fanno vedere quanto sarebbe utile, per lo stabilimento regolare de'canali di navigazione, di conoscere i rapporti che esistono tra le diverse opere di questi canali e la quantità di mercanzie cui debbono dar passaggio.

Noi presentiamo in questo scritto il risultato delle ricerche fatte su questo proposito.

Per semplicità chiameremo *frequenza* (*fréquentation*) il tonnellaggio delle mercanzie o, ciò che dà del pari delle cifre sulle quali si può stabilire un confronto, il numero de' battelli, che si può far transitare per tale o tale altro punto del canale.

Chiameremo *frequenza quotidiana* o semplicemente frequenza il numero de' battelli che può transitare in un giorno. Quando si tratterà del numero de' battelli che può transitare in un mese od in un anno, noi useremo l' espressione di *frequenza mensile* od *annuale*.

Ricercheremo quale sia in generale la misura della frequenza, quale influenza le opere del canale esercitino sulla frequenza medesima, come debbano queste opere regolarsi per ottenere una frequenza determinata.

Per rendere meglio apprezzabili i risultati a' quali perverremo, ne faremo l' applicazione numerica a' canali di sezione media di Francia, quelli propriamente che sono più d' ordinario usati. Ma questi risultati numerici non debbono considerarsi in modo assoluto, saranno paragonabili tra loro e metteranno in rilievo le conseguenze de' principî enunciati : ciò è tutto quello che bisognerà vedere in essi. Si potrà d' altronde adoperare quegli altri dati numerici che si vorrà : ciò potrà cambiare le cifre ma non il senso delle conclusioni che se debbono dedurre.

CAPITOLO II.

Osservazioni preliminari sulla frequenza del transito ne' canali.

È d' uopo prima di ogni altro fissare le idee sul valore che devesi attribuire alla frequenza del transito di un canale.

Si usebbero troppo deboli basi se si assumesse per cifra della frequenza annuale quella che risulta da' documenti statistici raccolti prima dell' apertura di un canale. Le abitudini del commercio e l' importanza de' trasporti sono infatti sempre modificati con lo stabilimento di una nuova via di comunicazione, e dopo un certo numero di anni di esercizio, un canale deve ordinariamente dar passaggio ad un numero di battelli molto più considerabile di quello, che era stato preveduto (4). Bisogna avere in vista l' aumento possibile de' trasporti ; ed è prudenza accrescere piuttosto che diminuire le cifre dell' aumento probabile di navigazione.

Nulla si può dire generalmente su questo aumento. Esso dipende dalla situazione del canale, dal prezzo col quale vi si possono fare i trasporti, dalla distanza che passa tra i centri principali di produzione e consumo, dalla ricchezza e situazione di paesi da' quali il canale comincia e che sono attraversati da esso ec. Tutte queste cose influiscono sullo sviluppo de' trasporti, e per apprezzarne il grado d'influenza bisogna tener conto del grado di espansione della industria ne' paesi cui il canale è utile, cioè dalla maggiore o minore facilità con la quale la produzione si aumenta, quando svanisce qualche causa che vi si opponeva. Si trovano pure degli utili insegnamenti su tal soggetto, osservando ciò che è avvenuto in qualche luogo vicino ove sieno state stabilite vie di comunicazione. Non ci fermeremo più oltre su tal proposito; ma debbesi certamente ammettere, che anche in condizioni poco favorevoli si debbono almeno raddoppiare le cifre date dalle ricerche statistiche fatte prima di stabilire il canale.

La quantità di mercanzie che annualmente percorre un canale non è la stessa per ogni punto di esso, ma dipende dal traffico parziale che per sua natura è ineguale. Se circostanze durabili dessero al traffico parziale una importanza grandissima per una data porzione di canale soltanto, si potrebbe dare alle opere di questo canale delle capacità differenti e proporzionate a' bisogni de' differenti punti. Ma è ben raro che simili circostanze si presentino e che si possan prevedere. Il commercio di un dato luogo che dà origine al traffico parziale è ordinariamente variabile, e non è sempre nella stessa porzione di canale che concorre la maggior quantità di mercanzie. Per esser sicuri dello avvenire è dunque generalmente conveniente adottare, per tutta la lunghezza di un canale, una sola cifra di frequenza di transito, e la più elevata fra quelle che offre il calcolo della frequenza probabile fra i differenti punti.

Stabilita così la frequenza annuale essa deve servire a fissare la cifra di frequenza quotidiana alla quale i lavori del canale debbono servire. Questa cifra non si ottiene già dividendo quella che esprime la frequenza annuale pel numero de' giorni di navigazione. L' industria de' trasporti cammina con irregolarità alla quale bisogna che i canali si assoggettino quando si vuole che siano veramente utili. La irregolarità de' trasporti dipende da più cause, fra le quali indicheremo le epoche fisse di produzione di certi generi, la variazione di domande nel commercio, gl' inconvenienti che potrebbero aver luogo per taluni prodotti da' viaggi fatti in una od in un altra stagione.

È evidente che le opere di un canale debbono esser stabilite in rapporto alla cifra della massima frequenza gior-

(4) Gauthey avea valutato per 275 000 tonnellate la quantità di mercanzie che dovea circolare annualmente sul canale del Centro. Questo canale trasporta attualmente più di 400 000 tonnellate, e questa cifra aumenta ogni anno.

naliera. Altrimenti non si potrebbe soddisfare a' bisogni del commercio. Da ciò risulterà un certo tempo d' inazione ne' giorni di minor frequenza, ma questo tempo di quiete non sarà inutile; si potrà spesso profittarne per le riparazioni di mantenimento del canale.

Soltanto con lo studio delle abitudini e bisogni del commercio ne' luoghi attraversati dal canale progettato, si può ottenere qualche dato per stabilire la cifra della massima frequenza giornaliera. Vi ha però talune condizioni, come sarebbe il gelo nello inverno e le difficoltà di navigazione nell'està, che fanno ricader sempre la maggior affluenza di trasporti nelle stagioni di acque medie, cioè nella primavera e nell' autunno.

Daremo come esempio i risultati della frequenza di transito nel canale del Centro. Calcolando la frequenza media mensile nel corso degli anni 1843, 1844 e 1845 ed assumendo per unità la frequenza annuale, si perviene ai risultati riportati nel quadro seguente:

INDICAZIONE DEI MESI.	CIFRE DELLA FREQUENZA MENSILE.	INDICAZIONE DEI MESI.	CIFRE DELLA FREQUENZA MENSILE.	OSSERVAZIONI.
Gennaio . .	0. 053	Luglio. . .	0. 106	(*)
Febbraio. .	0. 047	Agosto . . .	»	
Marzo . . .	0. 104	Settembre .	0. 018	
Aprile . . .	0. 131	Ottobre . .	0. 106	
Maggio. . .	0. 137	Novembre .	0. 107	
Giugno . . .	0. 125	Decembre .	0. 067	
Frequenza Annuale			1. 000	

(*) *La sospensione di navigazione in està è durata da 60 a 80 giorni, in luglio, agosto e settembre.*

È durante i mesi di aprile, maggio e giugno che i trasporti acquistano la maggiore importanza.

I trasporti non sono ripartiti uniformemente in tutt' i giorni del mese. Per quanto sia attiva la navigazione, vi è sempre differenza fra i numeri de' battelli che passano ciascun giorno per lo stesso sostegno. Presa per unità la cifra della frequenza mensile, quella che rappresenta la maggiore frequenza quotidiana è 0. 04.

Applicando questo rapporto alla cifra della frequenza mensile le più alta, quella del mese di maggio, si trova che la cifra massima di frequenza quotidiana nel canale del Centro è 0. 0055 presa per unità la frequenza annuale.

Tutti gli sforzi debbono mirare a sopprimere la inazione estiva annuale. Nei canali ove si sarà ottenuto questo scopo, la ripartizione della cifra di frequenza si farà diversamente dal modo che abbiamo indicato; ma è ben probabile che la maggior frequenza avrà luogo nel corso de' mesi di aprile, maggio e giugno.

Ci arrischieremo a stabilire un' ipotesi pel caso di navigazione senza interruzione estiva, e crediamo poco discostarci dalla verità ammettendo che allora la frequenza annuale sarà ripartita pe' diversi mesi nel modo seguente:

INDICAZIONE DEI MESI.	FREQUENZA MENSILE.	INDICAZIONE DEI MESI.	FREQUENZA MENSILE.
Gennaio . .	0. 04	Luglio . . .	0. 08
Febbraio . .	0. 04	Agosto. . . .	0. 08
Marzo . . .	0. 08	Settembre . .	0. 09
Aprile . . .	0. 12	Ottobre . . .	0. 10
Maggio. . .	0. 12	Novembre . .	0. 09
Giugno. . .	0. 12	Dicembre . .	0. 04
Frequenza Annuale. . . .			1. 00

Adottando il rapporto di 0.04 osservato nel canale del Centro tra la frequenza quotidiana più grande e la cifra della frequenza mensile, il massimo di frequenza quotidiana è allora 0.005, presa per unità la frequenza annuale.

Col mezzo de' dati precedenti, si potrà fissare la cifra della frequenza giornaliera alla quale dovranno soddisfare le opere di un canale. Supponiamo, per esempio, che le ricerche statistiche diano 250 000 tonnellate pel totale delle mercanzie che circolano annualmente ne' luoghi dove il canale deve stabilirsi e che possono servirsi del medesimo. Supponiamo di più che lo sviluppo probabile di talune industrie elevi a 600 000 tonnellate la quantità di prodotti che deve transitare pel canale nello avvenire. La cifra della frequenza giornaliera alla quale è d' uopo sieno proporzionate le opere del canale, supponendo che non vi sia interruzione di transito nell' està, sarà di 600 000 × 0.005; cioè 3 000 tonnellate.

Nelle ricerche che sono l' oggetto di questo scritto la frequenza è calcolata col numero de' battelli che transitano ogni giorno pe' diversi punti del canale. Questo sistema rende i calcoli più semplici.

La capacità de' battelli non è d'ordinario a disposizione di colui che fa il progetto d' un canale. Si è il più delle volte obbligati di usare sul canale gli stessi battelli che si usano negli altri co' quali esso dev'essere in comunicazione, altrimenti s' introdurrebbe una confusione nella navigazione, molto nociva al commercio. Intanto avviene qualche volta che si ha l' agio di usare quelle dimensioni di battelli che si credono convenienti. Diviene allora molto importante la quistione del sapersi quale tonnellaggio convenga pe' battelli, e questa quistione deve sciogliersi diversamente, secondo la quantità e la natura delle mercanzie da trasportarsi. Ne' due ultimi capitoli di questo scritto si troveranno talune osservazioni su questo soggetto.

Per quanto riguarda il ritorno de' battelli voti, è a con-

siderarsi esser questo lo stato regolare di transito; formano eccezione que' battelli che trovano a far carico nell' un senso e nell' altro. Il numero de' battelli dunque pel quale devesi calcolare il passaggio è doppio di quello necessario per la quantità totale delle mercanzie da trasportarsi.

Sarà quindi ben facile, conosciuta la capacità de' battelli, di ridurre in numero di battelli la cifra della frequenza giornaliera espressa in tonnellate.

Così, nello esempio scelto di sopra, se supponiamo che ciascun battello porti 100 tonnellate di mercanzie, bisogneranno 30 battelli per contener le 3000 tonnellate cui si deve dar passaggio, e quindi la cifra massima della frequenza nel canale devesi calcolare per 60 battelli, e le opere del canale debbono disporsi in modo da dar giornalmente passaggio a questo numero di battelli.

Le condizioni precedenti metteranno nel caso di determinare quale debba esser la frequenza in un canale progettato. Passeremo ora a ricercare come le opere di un canale debbano esser disposte per soddisfare a questa frequenza di transito.

CAPITOLO III.

Della frequenza del transito ne' canali e del modo di misurarla.

La frequenza di transito di un canale si misura come quella di ogni altra via di comunicazione, dal numero de' veicoli che passano ogni giorno per un dato punto.

Abbiam veduto nel capitolo precedente, che la frequenza varia per un medesimo canale, secondo i luoghi e le epoche; ma abbiam fatto osservare che un canale debb' esser stabilito in modo da dar passaggio ad un numero di battelli rappresentante il massimo della frequenza giornaliera; questa cifra di massimo deve servir di norma per la disposizione delle opere del canale.

Se si osserva ciò che succede ne' canali quando la navigazione è in molta attività ed è regolare, quando i battelli si succedono senza interruzione ne' sostegni senza arrestarsi ne' tronchi del canale, si conoscerà che tutt' i battelli che vanno per lo stesso senso serbano una certa distanza tra loro; distanza che varia al variare delle cause che la producono, ma che è costante per uno stesso punto di un canale per tutt' i battelli animati dalla stessa velocità.

Supponendo, come avviene d'ordinario, che la velocità di tutt' i battelli sia presso a poco la stessa, è bene evidente che la frequenza sarà tanto più grande per quanto più piccola è la distanza tra due battelli consecutivi; e reciprocamente.

L' intervallo tra due battelli consecutivi che camminano nello stesso tronco è dunque un fatto essenziale, radicale, lo studio del quale è indispensabile per giugnere alla conoscenza delle circostanze che influiscono sulla frequenza di transito de' canali.

CAPITOLO IV.

Delle cause che producono un intervallo tra i battelli che camminano nello stesso senso.

Supponiamo che molti battelli si presentino nello stesso tempo al passaggio di un sostegno; essi non potranno passarvi che uno dopo l' altro. Il primo battello passato avrà già percorso una certa distanza, quando il secondo uscirà dal sostegno. Vi sarà dunque un certo intervallo tra il primo ed il secondo battello. Eguale intervallo si stabilirà tra il secondo ed il terzo, e così di seguito.

Tutte le volte che per una circostanza qualunque molti battelli che camminano nello stesso senso si riuniscono, passando pel primo sostegno che incontreranno saranno separati di nuovo.

Così la necessità di passare pe' sostegni ed il tempo che si perde in questo passaggio fanno nascere un intervallo tra due battelli che camminano nello stesso senso; e la distanza tra due battelli consecutivi è evidentemente eguale al cammino che può percorrere un battello nel tempo che un altro impiega a passar pel sostegno.

Però i sostegni non sono le sole opere che cagionano ostacoli al cammino de' battelli. I passaggi ristretti di molta lunghezza, come i sotterranei i tronchi incassati ed i grandi ponti acquedotti presentano questi inconvenienti al pari de' ponti isolati a passaggio ristretto. Sono queste opere di natura tale da influire sulla distanza che si stabilisce tra due battelli che camminano nello stesso senso?

Gl' incontri di battelli sotto i ponti isolati a sezione ristretta sono rari e ritardano ben poco il cammino de' battelli, onde non meritano considerazione. D'altronde ne' canali di recente costrutti, si è con avvedimento dato a' passaggi per sotto a questi ponti la stessa larghezza del letto ordinario del canale; noi perciò non ce ne occuperemo più oltre.

I ponti acquedotti sono generalmente seguiti da un sostegno; e se, come si è fatto qualche volta, non esistono stazioni tra il sostegno e 'l ponte acquedotto. questa sezione ristretta aumenta la durata del passaggio, e per conseguenza l' intervallo che questo passaggio fa nascere trà i battelli che vanno per lo stesso verso. Ma il più d' ordinario si pongono delle stazioni per lo incrociamento de' battelli tra il sostegno, ed il ponte acquidotto. Con questa disposizione favorevole il passaggio ristretto del ponte acquedotto non genera più aumento nell' intervallo che separa i battelli che vanno nello stesso senso, quante volte questo passaggio abbia una lunghezza tale che possa esser percorsa da due battelli l' uno che sale, e

' altro che scende durante il tempo che s' impiega a passar pel sostegno.

Per quanto riguarda i passaggi stretti di una grande lunghezza, che richiedono la navigazione per convogli di battelli che vadano alternativamente in un senso e nell' altro, di due casi se ne può verificare uno: o i convogli possono esser combinati in modo che, per ciascun convoglio, arrivino tanti battelli quanti se ne possono far passare pel sostegno fino all' arrivo del convoglio seguente che cammina nello stesso senso; o il numero de' battelli arrivati con ciascun convoglio è minore di quello che si può far passare pel sostegno nell' intervallo tra l' arrivo di due convogli consecutivi.

Nel primo caso l' esistenza del passaggio ristretto non aumenterà l' intervallo che il sostegno introduce tra i battelli, perchè nessuna interruzione avrà luogo nella manovra de' sostegni per la disposizione de' convogli; e la durata di un passaggio resterà la sola causa dello intervallo che esiste tra i battelli dopo aver passato il sostegno.

Nel secondo caso vi sarà perdita di tempo nel passaggio per un sostegno tra il momento in cui l' ultimo battello del convoglio passerà pel sostegno e quello nel quale arriverà il primo battello del convoglio seguente. Questa perdita di tempo produrrà tra i due battelli di cui si parla un intervallo maggiore di quello che vi è ordinariamente.

Si può fin da ora fare una osservazione importante: anche quando i convogli sono regolati in modo, in questi lunghi passaggi ristretti, che non danno luogo ad inazione, i sostegni i battelli che attraversano questi sostegni, sono non poco ritardati; la loro velocità vi è minore che ne' tronchi ordinari del canale, ma questa diminuzione di velocità non avendo influenza sul numero de' battelli passati pei sostegni non deve esercitarne sulla frequenza del transito. Questa osservazione sembra molto strana a primo aspetto ed ha bisogno di esser giustificata. Noi vi ritorneremo nel corso di questo scritto con maggiori particolari.

Ha luogo su taluni canali un' altra circostanza, che tende ad aumentare l' intervallo compreso tra i battelli che vanno nello stesso senso. È questa la necessità di sospendere momentaneamente la navigazione ne' sostegni per dar passaggio all' acqua che deve alimentarli. Tutto il tempo che si perde a fare scorrere quest' acqua si aggiugne alla durata del primo passaggio che segue la sospensione di navigazione, e l' ultimo battello passato pel sostegno si trova ad una distanza maggiore dal battello che passa dopo la sospensione, che se i due battelli si fossero succeduti senza interruzione al passaggio pel sostegno. Ma questa causa non ha effetto che nei canali che non sono regolarmente alimentati. Siccome è sempre possibile di farla sparire collo stabilire un sistema regolare di alimentare il canale, noi non ce ne occuperemo oltre nel seguito di queste ricerche.

CAPITOLO V.

I sostegni sono le sole opere che in un canale regolarmente stabilito influiscono sull' intervallo tra i battelli che camminano nel medesimo senso.

Risulta dalle considerazioni sviluppate nel capitolo precedente che, disponendo convenevolmente il modo di alimentare un canale, e coordinando le lunghezze de' grandi passaggi ristretti col tempo che un battello impiega nel passare per un sostegno, si può fare sparire tutte le cause che tendono ad accrescer l' intervallo che il passaggio pe' sostegni fa nascere fra i battelli che vanno nello stesso senso.

I sostegni sono dunque, in un canale regolarmente stabilito, le sole opere che esercitano influenza sull' intervallo compreso tra i battelli che vanno nello stesso senso. Ci è sembrato necessario porre in evidenza un tal principio prima di passare all' esame minuto delle circostanze che cagionano l' intervallo tra i battelli.

CAPITOLO VI.

Influenza del passaggio pe' sostegni sulla frequenza del transito.

Consideriamo un canale regolarmente stabilito e nel quale, come lo abbiam detto nel capitolo precedente, i soli sostegni possono influire sull' intervallo tra i battelli che vanno per lo stesso senso.

La frequenza del transito essendo in ragione inversa di questo intervallo, come si è veduto nel capitolo III, essa è pure in ragione inversa del tempo perduto nel passaggio de' sostegni che è la causa di questo intervallo.

Questo tempo è esso stesso in ragione inversa del numero de' battelli che si possono far passare in uno stesso giorno pel sostegno.

La frequenza del transito è dunque in ragione diretta di questo numero di battelli.

Si può quindi assumere per espressione e misura della frequenza, in ciascun punto del canale, il numero di battelli che si può far transitare in un giorno pel sostegno più vicino.

Da questo principio bisogna conchiudere che, per un canale regolarmente stabilito, più si diminuirà la durata del passaggio pe' sostegni, più si aumenterà la capacità del canale in rapporto alla frequenza del transito.

La durata del passaggio per un sostegno è dunque un elemento importante nella quistione che ci occupa; è necessario esaminarla con cura.

Siccome non ci occupiamo che della massima frequenza possibile, bisogna ammettere che per ciascun sostegno possano contemporaneamente passare due battelli, l' uno che sale, o l' altro che discende. Avviene così quando la navigazione è molto attiva.

Il tempo di passaggio per un sostegno si compone allora nella modo seguente:

1.° Entrata del battello che sale;
2.° Chiusura delle porte sotto corrente;
3.° Riempimento del sostegno;
4.° Apertura delle porte sopra corrente;
5.° Uscita del battello che sale;
6.° Entrata del battello che discende;
7.° Chiusura della porta sopra corrente;
8.° Votamento del sostegno;
9.° Apertura delle porte di sotto corrente;
10.° Uscita del battello che discende;
11.° Perdita di tempo per mancanza di coincidenza tra l'arrivo de'battelli e le manovre del sostegno.

Passeremo ora a valutare la durata di queste differenti parti della manovra d'un sostegno, pe'canali a sezione media della Francia, riunendo le parti che sono della stessa natura.

Tempo impiegato per chiudere ed aprire le porte, per far entrare i due battelli nel cratere, e per farli uscire.

Il tempo impiegato per far entrare i battelli nel cratere e per farli uscire, dipende in generale dal modo di trarre il battello, dall'attività della navigazione, dalla maniera con la quale i battelli si succedono ne'sostegni e dalle condizioni prescritte da'regolamenti sul passaggio pe'sostegni medesimi.

È evidente l'influenza del modo di trarre il battello sul tempo, della durata del quale ci occupiamo. Perciò è inutile insistere su questo punto.

Quando la navigazione è poco attiva il sostegno d'ordinario è pronto a ricevere il battello che si presenta. Questo battello non deve dunque fermarsi; la perdita di tempo che sempre ha luogo per porre in movimento il battello non esiste; ed il battello entra nel sostegno con una velocità acquistata maggiore di quella che avrebbe se fosse obbligato a fermarsi per attendere di passare alla sua volta. Al contrario quando la navigazione è in molta attività, secondo che i battelli che salgono e quelli che scendono sono in numero eguale o disuguale, secondo ch'essi arrivano al sostegno regolarmente o irregolarmente, potranno entrare senza doversi arrestare oppure dovranno fermarsi per attendere di passare alla loro volta. Infine allorquando il battello è obbligato a fermarsi, il tempo che mette in seguito per avvicinarsi al sostegno dipende dalla distanza alla quale pe'regolamenti i battelli debbono fermarsi; questo tempo fa parte della durata totale del passaggio pel sostegno (5).

Noi supporremo in ciò che segue che l'alaggio sia fatto in modo abbastanza rapido e che i battelli carichi camminino con la velocità di 1 500 metri all'ora nel letto del canale. Ciò è presso a poco quanto si ottiene con lo alaggio per mezzo di cavalli che camminano al passo, o facendo tirare il battello da quattro uomini. Per tutto il tempo che il battello in cammino trovasi nel cratere del sostegno, la sua velocità è minore di quella che acquista ne' tronchi del canale, ma essa cresce in ragione dell'energia de' mezzi co'quali il battello è tirato. Le cifre che indicheremo in seguito risultano da osservazioni fatte su battelli tirati da quattro uomini.

Secondo quello che abbiam detto precedentemente, noi ci occupiamo soltanto di quanto ha rapporto alla massima frequenza. Ciascun sostegno dà allora contemporaneamente passaggio a due battelli. Supporremo in oltre che la navigazione si faccia molto regolarmente, e che i battelli voti e carichi siano in egual numero.

In queste condizioni di navigazione, i battelli non sono sempre obbligati a fermarsi prima di passar pel sostegno. Essi si trovano qualche volta ad una distanza conveniente dal sostegno quando un altro battello esce dal cratere; ed è supponendo la manovra de' battelli così eseguita, che noi passiamo a valutare quelli fra gli elementi della durata di un passaggio dei quali è qui proposito. Terremo conto in seguito della perdita di tempo che ha luogo quando non si verificano le circostanze favorevoli che abbiamo adottate per dati.

Il battello che sale, e che deve cominciare la manovra del passaggio, si trova per 60 metri distante dal sostegno quando il battello che discende dal passaggio precedente si libera dal cratere. Questi 60 metri vengon percorsi in due minuti e mezzo da un battello carico ed in un minuto e mezzo da un battello voto.

L'entrata del battello nel cratere dura due minuti e mezzo quando il battello è carico ed un minuto e mezzo quando è voto.

La stessa durata ha la sortita del battello che sale. Il battello carico non profitta, come per la sua entrata, della velocità acquistata; ma allora vi è una grande altezza d'acqua sotto il battello e ciò facilita il tiro.

(5) Questa osservazione dimostra quanto sia importante di non far fermare i battelli ad una distanza maggiore di quella rigorosamente necessaria per le evoluzioni di entrata e sortita dal sostegno. Basta per ciò che vi sia una distanza eguale a due lunghezze di battello tra il sostegno ed il battello fermato; cioè 60 metri nei canali a sezione media in Francia. In alcuni canali i regolamenti prescrivono di far fermare i battelli a 100 metri di distanza da'sostegni. Questa disposizione ha l'inconveniente di aumentare la durata del passaggio, di tutto il tempo che perde il battello a percorrere 40 metri; e quindi diminuisce il numero di passaggi che si potrebbero avere in un giorno o, ciò che val lo stesso, l'utilità del canale.

Quando il battello che sale esce dal cratere, il battello che discende ne è lontano 60 metri. Il battello che discende percorre questi 60 metri in due minuti e mezzo se è carico, ed in un minuto e mezzo se è voto.

Il tempo dell'entrata del battello che scende è lo stesso che quello del battello che sale.

Per uscire dal cratere, il battello che scende impiega tre minuti e mezzo quando è voto. L'uscita del battello carico che scende dura più tempo dell'entrata: 1.° perchè bisogna porre il battello in movimento. 2.° perchè non vi è che un piccolo strato di acqua tra il fondo del battello e la soglia del sostegno.

S'impiega, per un medio, un mezzo minuto per aprire o serrare due porte, sia di sopra sia di sotto corrente; ciò che produce due minuti occorrenti per l'apertura o chiusura delle porte di sopra e sotto corrente, che richiede il passaggio completo di cui ci occupiamo.

In somma, il tempo che s'impiega per chiudere ed aprire le porte di sopra e sotto corrente, per far entrare nel sostegno e farne uscire il battello che sale ed il battello che scende, è di diciotto minuti per un battello carico e di undici minuti per un battello voto; cioè, per un medio, assumendo un numero rotondo, quindici minuti per passaggio, supponendo, come abbiamo fatto, che il numero de' battelli carichi sia uguale al numero dei battelli voti.

Tempo che si perde per la mancanza di coincidenza tra l'arrivo del battello e le manovre del sostegno.

La perfetta regolarità di navigazione che noi abbiam supposta raramente ha luogo. Avviene il più sovente che i battelli voti e carichi non si succedono regolarmente, e non tutti i giorni il numero de' primi uguaglia quello de' secondi; i battelli non camminano tutti con la stessa velocità; infine taluni battelli si arrestano alquanto nel tempo del desinare de' battellieri o pel servizio delle mercanzie che si trasportano. Tutte queste cause fanno coincidere raramente il tempo dell'arrivo del battello con quello nel quale il sostegno è preparato a riceverlo.

Altre cause concorrono a produrre questo difetto di coincidenza (6).

Avviene per esempio talvolta, specialmente ne' tronchi corti di canale, che l'arrivo de' battelli verso i sostegni è ritardato, quando esistono certi rapporti tra la lunghezza dei tronchi e la distanza che può percorrere un battello nel tempo della durata di un passaggio. È questo un soggetto che esamineremo con particolari nel capitolo XIV.

La mancanza di coincidenza tra il tempo di arrivo dei battelli e le manovre del sostegno si avverte sensibilmente ne' canali con sostegni a cadute disuguali. La perdita di tempo allora è inevitabile, e qualche volta di molto rilievo. Se ne troveranno enumerate le cause nel corso di questo scritto; per ora lasceremo da parte ciò che riguarda questo genere di sostegni.

Ne' canali i sostegni de' quali hanno cadute uguali, il tempo che si perde nel passaggio per un sostegno per la mancanza di coincidenza espressa di sopra, non ha sempre la stessa durata. Il suo valore dipende da elementi sì variati ed agenti in modo tanto poco regolare, che sarebbe impossibile sottometterne la valutazione a regole rigorose. Noi lo calcoleremo, secondo un buon numero di osservazioni, per sei minuti per passaggio, pe' canali a sezione media, e quando la navigazione si fa con molta attività in ambo i sensi.

---

(6) Fra le cause che maggiormente disturbano la navigazione e che fanno perdere più tempo a' sostegni, ritardando l'arrivo de' battelli, bisogna porre in prima linea la riunione in convogli di più battelli che camminano insieme sotto la direzione di uno stesso conduttore.

Noi non ci siamo nelle nostre ricerche occupati di questi convogli, giacchè un regolamento può sempre impedirli, e perchè se si suppone che vi sieno, non è più possibile di pervenire a risultati regolari sull'utilità de' canali. Però è utile dimostrare quanta influenza funesta questo genere di navigazione eserciti sulla utilità di un canale, e sul cammino de' battelli.

Quando molti battelli camminano in convoglio, si fermano dopo il passaggio per un sostegno fin che tutti i battelli del convoglio sieno passati; dopo ciò riuniti si rimettono in cammino. È facile comprendere ciò che avviene al sostegno seguente. Questo sostegno resta inutile per tutti i battelli che navigano nello stesso senso del convoglio, per tutto il tempo che i battelli di questo convoglio pongono a riunirsi dopo il passaggio pel sostegno precedente, cioè come può intendersi facilmente, per tante volte la durata di un passaggio per quanto è il numero meno uno de' battelli del convoglio. In tal modo, il numero de' battelli che si può far passare per un sostegno è tanto più piccolo per quanto maggiore è il numero de' battelli che camminano uniti in convoglio; viene così notabilmente diminuita l'utilità del canale.

Questo modo di navigazione ha in oltre un altro inconveniente, ed è di rallentare il corso de' battelli del convoglio, e di tutti quelli che vanno appresso, per tutto il tempo che il convoglio è nel canale. In fatti, al passaggio per ciascun sostegno, il primo battello del convoglio perde, attendendo, tutto il tempo che dura il passaggio degli altri battelli, cioè un tempo uguale a tante volte la durata del passaggio, per quanti battelli meno uno sono nel convoglio. Quando il convoglio che si forma al di sopra del sostegno arriva al sostegno seguente, l'ultimo battello non può passare che dopo tutti gli altri; perde dunque in questo punto lo stesso tempo che ha perduto il primo mentre si è formato il convoglio; e si riconoscerà facilmente che ciascun battello del convoglio perderà con lo attendere, sia vicino al primo sia vicino al secondo sostegno, un tempo totale eguale a quello perduto da' battelli estremi.

Riepilogando, il cammino de' battelli in convoglio nè tronchi ordinarî de' canali produce due inconvenienti gravissimi 1.° diminuisce la quantità di generi che potrebbe transitare pe' canali: 2.° aumenta il tempo necessario a' battelli per percorrere i canali medesimi. Per tutt'i rapporti dunque questo modo di navigazione è dannoso, e si debbono fare tutti i sforzi possibili per farlo sparire.

Tempo che s' impiega a riempiere e votare il sostegno.

Il tempo che s' impiega a riempiere e votare il sostegno dipende da' mezzi che si adottano per introdurre e far uscire l'acqua. Questi mezzi possono rendersi molto energici, e come, in parità di circostanze, la quantità d' acqua che scorre in un secondo aumenta con la caduta, si può cercare se, con una disposizione conveniente, sia possibile di rendere il tempo che s'impiega a riempiere e votare il sostegno presso a poco indipendente dalla caduta de'sostegni.

Mettiamo in confronto ciò che avviene in due sostegni con cadute differenti, e supponiamo che la caduta di uno sia doppia di quella dell' altro. Qualunque sieno i mezzi di riempiere e votare il sostegno con maggior caduta, si può sempre usarne de'simili nella caduta più piccola e quando la metà del cratere del primo sarà riempiuta o votata, questo sostegno si troverà nelle stesse condizioni di quello di minor caduta; a partire da questo tempo la durata del riempimento, o del votamento pel primo sostegno sarà la stessa che la durata totale pel secondo. Il tempo di riempimento e di votamento sarà dunque più lungo pel sostegno con maggior caduta che per quello che ha caduta minore.

Se i mezzi di riempimento e votamento fossero gli stessi per ambedue i sostegni che stiamo considerando, il tempo che s' impiega per riempiere e votare il sostegno non sarebbe doppio per una caduta doppia, perchè durante lo scorrimento della prima metà del sostegno, la carica essendo maggiore, il tempo sarebbe minore. Ma vi ha un' altra considerazione cui si deve aver riguardo.

Non si può ammettere indistintamente ogni velocità di scorrimento pel riempimento o votamento d' un sostegno. Al di là di un certo limite, la manovra del sostegno sarebbe pericolosa pe'battelli. Perciò, se il sostegno ha una grande caduta ed i mezzi di riempimento o votamento sono molto energici, si è costretti di moderare lo scorrimento ne' primi istanti della manovra; ne risulta che si perde il beneficio della maggior carica della quale abbiamo parlato precedentemente.

Perciò, conviene stabilire come principio, che la velocità di ascensione o di discesa de' battelli ne' sostegni non deve oltrepassare un certo limite, qualunque sia la caduta; e si potranno sempre disporre i mezzi di riempimento e votamento in modo tale che questo limite si raggiunga e non si oltrepassi.

Si può dunque ritenere che il tempo di riempimento o di votamento de' sostegni è proporzionale alla loro caduta. Questa ipotesi, che facilita molto i calcoli che riguardano la frequenza del transito, è d'altra parte quella che, come si è veduto, si approssima più a' fatti.

Il rapporto tra la durata di riempimento e votamento di un sostegno e la caduta del sostegno medesimo è variabile pe'diversi canali. Ma è ben raro che s' impieghi, per un medio, meno di un minuto e mezzo per riempiere o per votare un metro di altezza della caduta d'un sostegno. Adottando questa cifra ne'calcoli che faremo in seguito, ci porremo in condizioni tali che suppongono un certo grado di perfezione.

Qualunque sia per altro la cifra che si adotti, ciò non cambierà affatto il senso generale de' risultati che indicheremo più innanzi, finchè si ammetterà che la velocità con la quale i battelli salgono o scendono nel sostegno deve raggiugnere per un medio, e non mai oltrepassare un certo limite indipendente dalla caduta de' sostegni.

Epilogo.

Rimane stabilito da ciò che precede, che il tempo che richieggono le manovre di un sostegno comprende molti termini costanti, la durata de' quali è stata valutata in totale a ventuno minuto pe'canali a sezione media in Francia; più un termine variabile, cioè il tempo impiegato per riempiere o votare il sostegno, il quale dovrà regolarsi in modo, che la velocità con la quale i battelli salgono o discendono nel sostegno non oltrepassi per un medio un certo limite. Questo termine variabile può, in conseguenza, esser considerato come proporzionale alla caduta del sostegno e noi lo calcoliamo per un minuto e mezzo a metro, di caduta, tanto pel riempimento che pel votamento.

Degli elementi della durata di un passaggio, non vi ha dunque che il tempo del riempimento e votamento del sostegno sul quale si possa portar variazione; e diminuendo la caduta del sostegno si diminuisce ancora la durata del passaggio.

Abbiam detto innanzi che la frequenza del transito è in ragione inversa del tempo che impiegano i battelli a passare pel sostegno.

Si perviene così alla conchiusione importante, che diminuendo la caduta de' sostegni si aumenta la frequenza del transito in un canale.

Altre considerazioni aveano indotti taluni autori a proporre, invece, di aumentare la caduta de' sostegni. Si volevano evitare con ciò i tronchi corti e gl' inconvenienti che ne derivano d' ordinario. Il sig. Poncelet, adottando questa idea, nel suo notabile rapporto presentato all' Accademia sull'ingegnoso sostegno a galleggiante ed a sifone inventato dal sig. Girard, trovava una novella utilità di questa invenzione, applicandola a' sostegni con caduta media, ordinariamente usati ne' canali. Sotto il punto di vista della frequenza del transito questa idea potrebbe esser dannosa. Aumentando la caduta de'sostegni si diminuirebbe infallibilmente la capacità de' canali al transito, che potrebbe così rimaner minore de' bisogni.

CAPITOLO VII.

Della velocità individuale de' battelli in rapporto alla frequenza del transito.

Prima di andare più innanzi, bisogna cercare come la velocità individuale de' battelli sia in relazione colla frequenza del transito.

Supponiamo che nel medesimo canale, colle stesse cadute di sostegni, si dia a' battelli ne' diversi tronchi una velocità doppia di quella con la quale camminano d'ordinario. La durata del tempo del passaggio pe' sostegni restando la stessa, l' intervallo che nascerà tra due battelli consecutivi diverrà doppio di quello che era con la prima velocità. In tal modo i battelli cammineranno due volte più celeri che nello antico stato di cose; ma saranno due volte più lontani gli uni dagli altri. Dunque ne passerà sempre lo stesso numero nello stesso tempo per un punto dato.

Qualunque sia la velocità che dia a' battelli nei tronchi del canale, sarà dunque sempre il numero di battelli che si può far passare pe' sostegni che darà la misura della frequenza.

Questa proposizione è incontrastabile, ma essa sembra abbastanza strana perchè convenga convalidarne la dimostrazione con altre considerazioni.

Supponiamo che si chiuda con una barriera una strada, e che il guardiano della barriera abbia ordine di aprirla ogni quarto d'ora, facendone uscire una sola vettura. È ben evidente che, quale che siasi la velocità delle vetture, la frequenza di transito della strada sarà sempre di quattro vetture in un'ora.

Il sostegno fa ne' canali lo stesso ufficio che il guardiano di barriera sulla strada, dando passaggio a' battelli in tempi determinati; qualunque sia la velocità che si dà a' battelli, è sempre il numero di battelli che il sostegno farà passare che misurerà la frequenza di transito.

Togliete la barriera dalla strada; stabilite un canale orizzontale, senza sostegni, ed allora sull'una come sull'altra via, la velocità potrà divenire un elemento di frequenza; ciò avverrà quando tutt' i veicoli che vanno nello stesso senso si toccheranno. Ma la velocità cessa di esser un elemento di frequenza quando i veicoli non possono passare che in numero determinato per un dato punto; questo numero limita la frequenza, qualunque siasi la velocità de' veicoli.

Però per quanto la velocità individuale de'battelli non influisca sulla frequenza di transito pel canale, essa non è meno un elemento importante della navigazione. È al certo molto utile che un battello percorra un canale nel minor tempo possibile, e bisogna prendere tutte le disposizioni necessarie per facilitare il cammino individuale de' battelli; ma ciò non può aumentare la massa totale de' generi che si possono trasportare pel canale.

Reciprocamente, il cammino de' battelli può incontrare ostacoli, la loro velocità individuale media può esser diminuita, senza che la cifra di frequenza soffra diminuzione, se le cose sono disposte in modo che i battelli si succedano senza interruzione nel passaggio pe' sostegni.

Così vien giustificato quanto si è asserito nel capitolo IV, per riguardo alla influenza de' passaggi stretti di gran lunghezza sulla frequenza del transito. Abbiamo detto che qualunque diminuzione di velocità soffrano i battelli nei tronchi dove si trovano questi passaggi stretti, la frequenza pel canale non ne risente, se i convogli de' battelli sono disposti in modo, che ogni convoglio porti tanti battelli per quanti ne possono passare pel sostegno fino all'arrivo del convoglio seguente che va nello stesso senso, e che così non vi ha perdita di tempo nè inazione.

Le considerazioni seguenti daranno maggior lume al fin quì detto.

Quando un battello perde tempo in un tronco di un canale, è lo stesso pel battello che se il tronco si facesse più lungo d'una quantità uguale alla distanza che esso può percorrere con la velocità ordinaria nel tempo perduto; se dunque le difficoltà che presenta un passaggio stretto fanno sì che i battelli impieghino un tempo quattro volte maggiore, a percorrere tutta la lunghezza del tronco dove si trova questo passaggio, che non farebbero se non vi fosse ostacolo, è la stessa cosa che se i battelli percorressero un tronco a sezione ordinaria quattro volte più lungo. E se le cose sono disposte in modo che i battelli si succedano senza interruzione ne' sostegni che limitano il tronco, evidentemente le difficoltà del tronco medesimo non diminuiranno la frequenza del transito.

CAPITOLO VIII.

Della frequenza ne' canali a sostegni semplici nel caso di cadute eguali.

Noi continueremo a supporre che il modo di alimentare il canale ed i passaggi stretti sieno regolati in modo da non aumentare l'intervallo che il passaggio pe'sostegni fa nascere fra i battelli che vanno nello stesso senso. Siccome supponiamo che i sostegni abbiano tutti la stessa caduta, questo intervallo e quindi la frequenza di transito saranno costanti su tutta la lunghezza del canale.

Per ciò che si è detto nel capitolo VI, la cifra di massima frequenza che il canale possa ammettere è allora determinata dal numero de' battelli che in un giorno può passare per un sostegno. Cerchiamo l' espressione di questa frequenza.

Sia T la durata giornaliera della navigazione;

t, il tempo che si perde: 1.° durante l'entrata e sortita de' due battelli; 2.° per l'apertura e chiusura delle porte; 3.° per mancanza di coincidenza tra l'arrivo de' battelli e le manovre de' sostegni;

t', il tempo che s'impiega a riempiere e votare, per un medio, un metro di altezza del cratere del sostegno (T, t, t' essendo espressi in minuti);

x, la caduta del sostegno espressa in metri;

N, il numero di passaggi fatti in un giorno;

T, la cifra di frequenza od il numero di battelli che si può far passare in un giorno.

Come abbiamo di già fatto osservare, quando la navigazione si approssima al massimo possibile, ogni sostegno dà contemporaneamente passaggio a due battelli, uno che sale e l'altro che discende. Si ha così:

$$F = 2 N.$$

La durata totale d'un passaggie è:

$$t + 2 t' x.$$

Il numero di passaggi fatti in un giorno sarà dunque:

$$N = \frac{T}{t + 2 t' x} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Quindi si ha:

$$F = \frac{2 T}{t + 2 t' x} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Fra gli elementi che compongono il valore di F, ve ne ha due che si possono far variare; la durata giornaliera della navigazione, e la caduta del sostegno. Col mezzo della formola (2) si potrà determinare il valore che conviene attribuire ad uno qualunque di questi elementi per soddisfare alla frequenza prevista, essendo dato l'altro elemento.

Esamineremo più innanzi come la durata della navizione giornaliera influisca sulla frequenza del transito. Pel momento non ci occupiamo che di ciò che ha riguardo alla caduta dei sostegni e supporreremo T costante.

Si vedrà d'altronde, nel seguito di questo scritto, che anche per tonnellaggi che superino quelli de' canali che si considerano come molto frequentati, la soluzione che offre maggiori vantaggi è quella nella quale i battelli navigano soltanto nel giorno. Allora T prende un valore medio costante, ed è la caduta del sostegno che si deve determinare in modo da soddisfare alla frequenza di transito prevista.

Faremo, in questa ipotesi, un'applicazione numerica della formola (2) per mostrare più chiaramente quale relazione hanno F ed x fra loro.

Per ciò che si è detto nel capitolo VI i valori di t e t' che convengono a' canali a sezione media sono i seguenti.

$$t = 21 \text{ minuto},$$
$$t' = 1 \text{ minuto } 1/2$$

Supporremo che i battelli camminino soltanto il giorno e che la durata della navigazione giornaliera acquisti così un valore medio costante. Calcoleremo su dodici ore di cammino effettivo de' battelli, fatta la deduzione del tempo che si perde durante il desinare degli alatori. Allora sarà T = 720 minuti e l'equazione (2) diverrà.

$$F = \frac{1440}{21 + 3 x} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Dando diversi valori ad x, si ottengono successivamente per F i valori contenuti nel quadro seguente (7):

CADUTA DEI SOSTEGNI.	VALORI DELLA FREQUENZA DI TRANSITO.
metri.	battelli.
0. 50	64. 00
1. 00	60. 00
1. 50	56. 47
2. 00	53. 33
2. 50	50. 53
3. 00	48. 00
3. 50	45. 71
4. 00	43. 64

Si scorge che non solo i valori di F, ma anche le differenze fra questi valori crescono al diminuire di x. Passando da una caduta di 4 metri ad una di $3^{m}.50$ si ottiene un aumento di frequenza più piccolo che se si passa, per esempio da, $1^{m}.50$ ad 1 metro (8).

---

(7) I valori di F che sono riportati nel quadro sono stati calcolati con due decimali, acciò la variazione introdotta dalla caduta in questi valori fosse meglio stabilita. Nell'applicazione bisognerebbe evidentemente assumere per numero di battelli la cifra intera la più prossima a quella che dà la formola (3) per la caduta di sostegno che si adopera. Questa osservazione s'applica a tutt' i risultati numerici de' quadri contenuti in questo articolo.

(8) I risultati del quadro precedente sono quelli che convengono ad una navigazione regolare su di un canale bene alimentato e molto frequentato. Si potrà facilmente comprendere ciò che può diventare la frequenza, nel caso particolare che presenta la navigazione sui canali che non sono ancora arrivati allo stato normale. Così, per esempio, quando i canali soffrono in ogni anno nell'està un'inazione generale, non si presentano ordinariamente a' sostegni che de' battelli che vanno nello stesso senso, nel corso degli ultimi giorni di navigazione precedenti il tempo d'inazione, e nel corso de' primi giorni dell'apertura della navigazione. In questo caso un sol bat-

Nel quadro precedente, non abbiamo affatto calcolato i valori della frequenza che corrispondono alle cadute superiori a 4 metri, perchè per de' motivi estranei al transito costruttori sono stati indotti a proscrivere queste cadute. Non ve ne esistono in alcun canale. Gaulhey fa conoscere che si erano dapprima costrutti sostegni con grandi cadute nel canale di Linguadoca; ma che anche prima di aprirsi questo canale alla navigazione, si demolirono questi sostegni per farne altri più bassi, perchè la forza delle acque distruggeva queste opere.

Se si pervenisse, con qualche processo, a rendere le cadute maggiori di 4 metri di un uso facile, si stabilirebbe facilmente la loro capacità di frequenza col mezzo della formola precedente.

Noi abbiamo d'altra parte presentati i valori della frequenza fino alla cadute di $0^m.50$, sebbene non si fossero mai adoperate cadute così piccole che in casi del tutto particolari. Non si son mai costrutti canali in cui la generalità de' sostegni avesse cadute minori di 2 metri, ed anche le cadute accidentali di $1^m.50$ sono rare; ma noi crediamo che le considerazioni sviluppate in questo articolo potranno condurre ad adottare qualche volta cadute inferiori a quelle che si son potute adottare più d'ordinario fin'oggi. Sebbene ciò non potesse giugnere alle più piccole cadute, l'uso delle quali presenta inconvenienti, come si vedrà in seguito, noi abbiam creduto dovere estendere i calcoli fino ad esse, per offrire lo studio completo di ciò che ha riguardo all'abbassamento progressivo della caduta de' sostegni.

Qui si presenta una delle più importanti quistioni fra quelle che fa nascere lo stabilimento de' canali di navigazione. Sarà sempre possibile di dare a'canali, col mezzo di un' opportuna caduta di sostegno, la capacità di frequenza che si vuole ottenere, per quanto grande sia la cifra di tale frequenza? Esaminiamo dapprima ciò che diventa F nell'equazione (2) al diminuire di x.

Facendo $x = 0$ in questa equazione, si ottiene per F un valore finito $F = \frac{2T}{t}$. Questo risultato che pare assurdo a prima vista, significa che non si potrebbero ricever più di $\frac{2T}{t}$ battelli al giorno sopra un canale orizzontale, se questi battelli fossero costretti a passare per de' sostegni senza cadute, e subirvi il ritardo prodotto dall' entrata e sortita del battello e dalla chiusura ed apertura delle porte di sopra e sotto corrente.

Questa manovra delle porte sarebbe del tutto inutile se il canale fosse orizzontale; ma diventa indispensabile per quando piccola sia la caduta. L' espressione $F = \frac{2T}{t}$ deve dunque considerarsi come il limite della frequenza che si può ottenere per un canale, limite che non può neppure esser raggiunto, poichè richiederebbe che la caduta de' sostegni fosse nulla.

Con le ipotesi che hanno data l'equazione numerica (3), questo limite è in numero rotondo F = 68. Così, con queste condizioni di navigazione, non si potrebbe assicurare una frequenza di transito che arrivasse a 68 battelli per giorno.

Se, mantenendo sempre l' ipotesi della equazione (3), la cifra di frequenza si trovasse compresa tra 64 e 68 battelli, la caduta de' sostegni sarebbe inferiore a $0^m.50$; ciò che non sarebbe da ammettersi, vista la moltiplicità delle opere cui una simile soluzione darebbe luogo.

In questo caso, ed in quelli ne' quali la cifra della frequenza di transito fosse superiore a 68, bisognerebbe in prima cercare se si potesse soddisfare alla frequenza voluta aumentando di una certa quantità la durata quotidiana della navigazione T, ed anche se fosse possibile adottare disposizioni che diminuissero t e t', in modo che in ultimo, con queste novelle condizioni, si ottenesse una caduta di sostegno da potersi ammettere.

Se la cifra della frequenza fosse tanto elevata che nessun valore possibile di T, t e t' potesse dare una caduta di sostegno ammissibile, bisognerebbe conchiuderne che non si potrebbe stabilire un canale con sostegni sem-

tello alla volta passa nel sostegno; ma la durata del passaggio è minore; il valore della frequenza viene allora dato dalla formola

$$F = \frac{T}{t + 2t'x}$$

L' elemento t contiene qui il tempo che si perde 1.° durante la entrata e la sortita de' battelli; 2.° durante l' apertura e chiusura delle porte di sopra e sotto corrente; 3.° per difetto di coincidenza tra l' arrivo de' battelli e la manovra del sostegno. Faremo osservare che quest' ultima parte non sarà, nel caso che ci occupa, che la metà, al più, di ciò che abbiam trovato quando contemporaneamente passavano nel sostegno due battelli. Valutando t col mezzo de' dati del capo VI, ed avendo riguardo alle osservazioni precedenti si trova

$t = 10$ minuti.

D' altronde si ha sempre

$t' = 1$ minuto $^1/_2$

$T = 720$ minuti.

Sostituendo queste cifre nell' espressioue generale di F si ha

$$F = \frac{720}{10 + 3x}$$

Dando diversi valori ad x, si hanno per F quelli del quadro seguente:

CADUTA DE' SOSTEGNI.	VALORI DELLA FREQUENZA DI TRANSITO
metri.	battelli.
0. 50	62. 61
1. 00	55. 38
1. 50	49. 65
2. 00	45. 00
2. 50	41. 14
3. 00	37. 89
3. 50	35. 12
4. 00	32. 73

plici che soddisfacessero al movimento commerciale previsto. Ma non sarebbe questo un motivo per rinunziare, in questi casi estremi, alla costruzione del canale; e vi sarebbe allora un mezzo certo da aumentare la capacità de' sostegni; questo sarebbe di costruire per ciascuna caduta due sostegni gemelli a sponde comuni; ciascuno di questi sostegni non dovrebbe allora soddisfare che alla metà della frequenza prevista, ciò che menerebbe ad un valore ammissibile per la caduta de' sostegni.

Si è usato con successo questo procedimento in alcuni canali d' America, specialmente nel canale Érié ed in quello di Schuylkill.

Per rendersi ragione della capacità a cui può arrivare un canale con sostegni doppî, bisogna esaminare in qual modo si esegue il passaggio de' battelli pe' sostegni; ciò vedremo nel capitolo seguente.

CAPITOLO IX.

Della frequenza di transito pe' canali con sostegni doppi nel caso di cadute uguali.

Supporremo che per ogni caduta si costruiscano due sostegni gemelli. Cerchiamo quale sarà l' espressione generale della frequenza di transito per un canale così costituito, ammettendo che tutti i sostegni abbiano la stessa caduta.

Vi sono due mezzi per organizzare il passaggio dei battelli per tali sostegni. Si possono ammettere alternativamente in ciascuno de' crateri i battelli che salgono e quelli che scendono, in modo che un cratere faccia contemporaneamente passare due battelli, oppure si può far servire uno de' crateri al passaggio de' battelli che salgono e l' altro a quello de' battelli che scendono.

Pe' quadri presentati nel capitolo precedente il numero dei battelli che si può far passare pe' sostegni gemelli sarebbe un poco maggiore nel primo caso che nel secondo, a cadute uguali. Ma adottando il passaggio alternativo de' battelli che salgono e di quelli che scendono in ciascun cratere, vi sarebbe all' entrata e sortita dei battelli un incontro il quale richiederebbe che il fondo del canale avesse, per una certa lunghezza, una larghezza doppia di quella che si dà d' ordinario. Questa disposizione presentebbe difficoltà per la navigazione ed introdurrebbe nel servizio una confusione nociva. Tutti questi inconvenienti spariscono quando si fa servire ciascun cratere al passaggio de' battelli che vanno nello stesso senso. La navigazione vi si opera allora con la maggior facilità e molto regolarmente.

Si è così regolato il cammino de' battelli in America, nel canale di Schuylkill, dove tutti i sostegni sono doppî; ed è con questa ipotesi che noi passiamo a calcolare qual numero di battelli si può far passare ogni giorno pe' sostegni gemelli.

Indicheremo con x' la caduta de' sostegni gemelli, e con t'' il tempo che s' impiega: 1.° per l' entrata e sortita d' un battello; 2.° per l' apertura e chiusura delle porte; 3.° pel difetto di coincidenza tra l' arrivo del battello e la manovra del sostegno.

Gli altri elementi del calcolo T, t', N e F avranno lo stesso significato che nel capitolo precedente.

La durata totale d' un passaggio sarà, come si è veduto precedentemente:

$$t'' + 2\,t'\,x'.$$

Il numero di passaggi fatti in un giorno, che è uguale a quello de' battelli passati in ciascun sostegno sarà:

$$N = \frac{T}{t'' + 2\,t'\,x'}.$$

Per conseguenza la frequenza, che è uguale al totale dei passaggi eseguiti ne' due sostegni, o a due volte il numero de' battelli passati per uno di essi, sarà:

$$F = \frac{2T}{t'' + 2\,t'\,x'} \quad \ldots\ldots \quad (4)$$

Faremo, come nel capitolo precedente, un' applicazione numerica di questa formola, supponendo che i crateri de' sostegni abbiano le dimensioni adottate pe' canali a sezione media; riterremo per T e t' i valori già ammessi, cioè:

$$T = 720 \text{ minuti}$$
$$t' = 1 \text{ minuto } 1/2.$$

Per determinare il valore di t'', faremo osservare che la perdita di tempo prodotta dal difetto di coincidenza tra l' arrivo del battello e la manovra del sostegno non sarà, nel caso del quale ci occupiamo, la metà di quello che potrebbe essere quando i battelli che alternativamente salgono e scendono si succedono nello stesso sostegno, come si è supposto ne' calcoli del capitolo VI, perchè il sostegno non riceve che un battello in luogo di due per ogni passaggio, e perchè vi è generalmente più regolarità nel servizio de' sostegni doppî, che in quello de' sostegni semplici. Calcoleremo t'' del modo seguente:

Tempo impiegato per avvicinare il battello		*min.* 2
idem	*per l' entrata e sortita de' battelli*	4
idem	*per l' apertura e chiusura delle porte*	2
Tempo che si perde pel difetto di coincidenza tra l' arrivo de' battelli e la manovra del sostegno		2
	Valore di t''	10

L' equazione (4) diviene allora :

$$F = \frac{1440}{10 + 3\,x'}$$

E dando ad x' diversi valori, si ottengono per F quelli che si riportano nel quadro seguente:

CADUTA DEI SOSTEGNI.	VALORI DELL' FREQUENZA.
metri.	battelli.
0. 50	125. 22
1. 00	110. 77
1. 50	99. 31
2. 00	90. 00
2. 50	82. 28
3. 00	75. 79
3. 50	70. 24
4. 00	65. 45

Si vede da questo quadro che si può aumentare di molto la capacità de' canali con l' uso de' sostegni doppi quando i sostegni semplici non sono più sufficienti per soddisfare al movimento del commercio. E si può esser certi che non vi è movimento di commercio, per quanto si voglia esteso, al quale non si possa soddisfare, sia usando sostegni semplici con caduta piccola sia adottando sostegni doppî. Manteniamoci in fatti nelle ipotesi numeriche ammesse ne' capitoli II, VIII e IX. Troveremo allora che un canale a sostegni semplici può dare passaggio in un anno a

530 000 tonnellate per una caduta di sostegno di $2^{m}.00$
560 000 *id.* di $1^{m}.50$

E che impiegando sostegni doppî, le quantità di generi che si possono trasportare ogni anno saranno:

650 000 tonnellate per una caduta di sostegno di $4^{m}.00$
700 000 *id.* di $3^{m}.50$
820 000 *id.* di $2^{m}.50$
900 000 *id.* di $2^{m}.00$
990 000 *id.* di $1^{m}.50$

Queste ultime cifre sorpassano quelle del tonnellaggio de' canali più frequentati e pure noi abbiamo supposto che i battelli camminino soltanto nel giorno. Le cifre di frequenza sarebbero molto più elevate se si ammettesse che i battelli navigassero anche per una parte della notte.

Esamineremo più innanzi l' influenza della navigazione di notte sulla frequenza. Non ne parliamo qui che per mostrare a qual quantità considerabile di generi sia possibile dar passaggio con sostegni doppî e facendo navigare i battelli di giorno e di notte.

CAPITOLO X.

Della frequenza di transito nel caso che le cadute de' sostegni sono ineguali.

Supponiamo dapprima che in un canale a sostegni semplici tutte le cadute sieno uguali, eccetto una sola, che sia più grande delle altre e che si trovi verso il mezzo del canale. Fino a che i battelli che navigano nello stesso senso non arrivino al sostegno che ha la maggior caduta, qualunque sia il senso del loro cammino, essi saranno separati, nello stesso tronco del canale, per la distanza che può percorrere un battello nel tempo della durata di un passaggio ordinario; ma questa distanza aumenterà dopo il passaggio pel sostegno che ha maggior caduta. Continuando il loro cammino i battelli arriveranno allora successivamente a' sostegni seguenti, che hanno la caduta ordinaria, ad intervalli di tempo maggiori della durata del passaggio corrispondente a questa caduta. A ciascuno di questi sostegni vi sarà dunque una certa perdita di tempo per attendere il battello, e questo tempo che si perde si aggiugnerà alla durata del passaggio. Le cose saranno quindi nella stessa posizione, in quanto allo intervallo che separerà i battelli, come se al di là del sostegno a forte caduta, tutti i sostegni del canale fossero simili a quest' ultimo. Dunque, sopra un canale di tal sorta, il numero de' battelli che passano ogni giorno tanto in un senso che nell' altro, al di là del sostegno a grande caduta, è limitato dalla caduta di questo sostegno, qualunque sia la caduta de' sostegni seguenti.

Di più; il sostegno con grande caduta, quantunque non sia di ostacolo pel passaggio de' battelli pe' sostegni che precedono, diminuisce nondimeno i vantaggi che i battelli hanno potuto ritrarre da questa parte della loro navigazione. In fatti, se la frequenza di transito si avvicina al massimo possibile, i battelli che passeranno pe' sostegni a cadute ordinarie, dirigendosi verso il sostegno con grande caduta, arriveranno in ogni giorno verso quest' ultimo in maggior quantità di quella che si può far passare; alcuni di questi battelli perderanno del tempo, e qualche volta non poco, per attendere la loro volta per passare. Così il sostegno con grande caduta ha l' inconveniente di diminuire la frequenza negli altri sostegni, avendo riguardo a' battelli che sono passati per esso, e di far perdere molto tempo ed allungare così la durata del passaggio, pe' battelli che si preparano a passarvi.

Se in un canale sono due sostegni con forte caduta, tra i quali sieno situati molti sostegni con cadute minori, le considerazioni precedenti proveranno che, per tutti i battelli che camminano ne' due sensi e sotto il punto di vista della frequenza del transito, questi sostegni intermedî saranno esattamente nelle stesse condizioni che se avessero la stessa caduta de' sostegni estremi. Sarebbe dun-

que ben inutile, se si dovessero conservare i sostegni con grande caduta, di assegnare cadute minori a' sostegni intermedì; sarebbe ciò lo stesso che aumentare la spesa di costruzione di un canale senza alcun profitto per la navigazione.

È in generale una cosa dannosa per la frequenza del transito lo adottare sostegni con cadute ineguali. Si sa d'altra parte, che le cadute ineguali sono nocive all' alimentamento del canale, specialmente quando i tronchi del canale non hanno una considerabile lunghezza; questa disposizione presenta dunque inconvenienti sotto tutt' i rapporti.

Vi è soltanto un caso nel quale potrebbe esser giustificato l'uso delle cadute ineguali, e del quale noi abbiamo già parlato al capitolo II di questo scritto; cioè quando il passaggio parziale può acquistare una importanza notabile, in una parte determinata del canale per circostanze speciali del luogo. Adottando cadute più piccole pe' sostegni di questa parte del canale si produrrebbe un certo tempo libero che permetterebbe d' introdurre i battelli del concorso parziale nella linea di navigazione senza cagionar ritardo in quelli che attraversano tutto il canale. Così ogni parte del canale avrebbe una capacità di frequenza diversa, ed ognuna darebbe passaggio a tutte le mercanzie che può ricevere; ma ciò non avviene che ben di rado. È impossibile generalmente il prevedere in qual senso i prodotti si dirigeranno a preferenza e quali saranno i punti ne' quali il concorso parziale si svilupperà principalmente. Avviene anche spesso che tutte queste condizioni variano in un canale da un' epoca all' altra. Salvo rare eccezioni, conviene dunque in generale disporre un canale in modo da ammettere la stessa frequenza per tutta la sua estensione, e quindi impiegare sostegni a cadute uguali.

Ne' canali costrutti con sostegni a cadute inuguali, le cadute variano ordinariamente da $2^{m}.50$ a 4 metri. Il quadro del capitolo VIII mostra che per queste cifre estreme i sostegni ammettono una frequenza di cinquanta o di quarantatrè battelli. Siccome fino al presente la frequenza de' canali in Francia è stata sempre minore della capacità de' sostegni, gl' inconvenienti che risultano dalla ineguaglianza delle cadute non sono stati chiaramente avvertiti, si è soltanto riconosciuto, in taluni punti, che questa ineguaglianza è una causa di ritardo nel cammino di certi battelli. Ma quando la frequenza si avvicina al massimo possibile, gl' inconvenienti che abbiamo accennati si manifesteranno certamente.

Per diminuire questi inconvenienti, sarà necessario aumentare la durata giornaliera della navigazione pe' sostegni con cadute più grandi, in modo da uguagliare i numeri de' battelli che passano per tutti i sostegni.

Si potrebbe domandare se questo sistema potesse essere applicato in modo generale, se in vece di adottare la stessa caduta e la stessa durata giornaliera di navigazione per tutti i sostegni, fosse ancora conveniente usare cadute e durate di navigazione variabili e combinate in modo da assicurare la stessa cifra di frequenza per ciascun sostegno. Questa doppia ineguaglianza avrebbe in prima l' inconveniente di aumentare le spese del tiro dei battelli o d' introdurre molti elementi di disordine nella navigazione. In oltre, se i bisogni del commercio aumentassero e per soddisfarvi si fosse obbligati di navigare per un certo tempo nella notte pe' sostegni che hanno la più piccola caduta, i sostegni con grandi cadute sarebbero nuovamente di ostacolo; bisognerebbe aumentare pure, in questi sostegni, la durata giornaliera della navigazione, e vi sarebbe un limite raggiunto il quale quest' aumento non sarebbe più possibile.

L' ineguaglianza delle cadute cagiona dunque un cattivo sistema di navigazione. È questa una disposizione che bisogna evitare con cura nella costruzione dei canali.

Se circostanze imperiose obbligassero a situare nel corso d' un canale un sostegno la cui caduta fosse maggiore di quella degli altri, e se la differenza di caduta fosse abbastanza significante perchè non fosse possibile contentarsi di ammettere per questo sostegno una durata quotidiana di navigazione un poco maggiore di quella degli altri, sarebbe allora il caso di usare i sostegni doppî di cui abbiam parlato nel precedente capitolo. La capacità del sostegno doppio per la frequenza del transito, anche supponendo la sua caduta molto forte, sarebbe sempre superiore a quella dei sostegni semplici del canale, come lo mostrano i quadri dei capitoli VIII e IX. La forte caduta nel punto di cui parliamo non diminuirebbe dunque più la frequenza del transito. Questa soluzione non presenterebbe altro inconveniente che quello di accrescere il consumo d' acqua verso il passaggio in quistione; ma regolando il modo di alimentare un canale, si può sempre soddisfare ai bisogni d' un tal passaggio, quando d' altra parte esso è inevitabile.

La spesa di costruzione d' un sostegno così stabilito sarebbe più forte, come si vedrà nel seguito di questo scritto, di quella che risulterebbe dalla adozione di cadute uguali su tutta la linea del canale. Così, sotto tutti i rapporti, l' uguaglianza delle cadute è la condizione preferibile. Giova però d' avere un mezzo di dare ad un canale la capacità necessaria per la frequenza del transito, anche nelle circostanze più sfavorevoli, e la disposizione che abbiano indicata è di natura tale da produrre questo risultato.

(Sarà continuato.)

NOTA A.

Fra le numerose ricerche teoriche alle quali ha dato luogo la quistione della caduta e della distribuzione dei sostegni, bisogna notare quelle che sono l' oggetto di di molti articoli pubblicati verso il 1822 da Girard ingegnere in capo de'Ponti e Strade. L'estensione di queste ricerche, lo studio completo che esse contengono di tutto ciò che può riferirsi alla quistione principale, i numerosi particolari ne' quali autore si è esteso sulle circostanze che si presentano nel passaggio de' battelli pe' sostegni, tutto sembra concorrere per richiamare su questo documento l' attenzione degl' ingegneri.

Nondimeno, malgrado l' importanza di questo lavoro, i principî che vi sono esposti non hanno avuta alcuna influenza sullo stabilimento de' canali costrutti dal 1822 in poi.

Da principio si rimane maravigliati da questo risultato Ma la lettura di questi articoli mostra ben presto che le considerazioni sulle quali poggia tutto il lavoro di Girard mancano d' importanza, e che i risultati che formano l' oggetto delle sue ricerche non sono quelli ch' era d' uopo ottenere. Alcune spiegazioni su tal soggetto non saranno inutili; esse convalideranno d' altronde i principî che abbiamo esposti in questo articolo.

Girard non considera i canali che sotto il rapporto del consumo di acqua. Questo consumo, dice egli, si compone di un certo volume che si perde per l' evaporazione e per le filtrazioni, e di un' altro volume necessario pel mantenimento della navigazione. La perdita di acqua prodotta dall' evaporazione è inevitabile; si può d' altra parte arrestare le filtrazioni; il consumo d' acqua pe' passaggi è dunque il solo che varia secondo la disposizione che si adotta pe' sostegni e sul quale l' arte dello ingegnere può esercitare influenza. Girard stabilisce come principio che la perdita di acqua de' passaggi è molto più significante di quella che proviene dall' evaporazione. Ne conchiude egli che nella disposizione e distribuzione de' sostegni si deve aver per oggetto di diminuire il più che sia possibile il consumo di acqua; e che usando cadute di sostegni atte a produrre questo risultato si possono stabilire dei canali ne'luoghi dove per la scarsezza di acqua, senza di ciò sarebbe impossibile farlo.

Questa esposizione del modo di stabilire i canali, per ciò che riguarda il consumo d' acqua contiene, molti errori. La quantità d'acqua consumata ne'passaggi non è affatto più grande di quella che è assorbita dall' evaporazione, e dalle filtrazioni; anzi avviene il contrario. Supponendo che tutte le perdite apparenti siano state impedite e che l'acqua perduta per l' evaporazione e per le filtrazioni sia così ridotta al minimo, il volume di quest' acqua sarà tuttavia molto maggiore di quello perduto ne'passaggi, anche supponendo una navigazione la più attiva.

Nel canale del Centro, il volume di acqua che richieggono ogni giorno i passaggi è appena nello stato attuale delle cose di 18 000 metri cubici; con la navigazione la più attiva non oltrepasserebbe 30 000 metri; e la perdita di acqua per l' evaporazione e per la imbibizione, senza comprendervi le perdite apparenti, arriva fino a 55 000 metri nelle giornate di està.

Vi è dunque, a lato del consumo d'acqua prodotta dai passaggi, e che Girard si propone di diminuire, un altro consumo molto maggiore, sul quale l' arte dell' ingegnere resta senza azione. Si comprende quindi quanto diventi meno importante la riduzione cui tende Girard e che esso introduce come elemento essenziale nella ricerca della caduta che conviene adottare pe' sostegni.

Potrebbe forse accadere allora, come dice Girard, che una riduzione nel consumo d' acqua de' sostegni rendesse possibile un canale, che senza di ciò non lo sarebbe? È ben difficile ammetter ciò. Perchè se abbisognano già per esempio 7 od 8 milioni di metri cubici per prevenire le perdite sole dovute all' evaporazione ed all' imbibizione, ed 1 o 2 milioni che, per la irregolarità della navigazione, sarebbero certamente necessarî pel passaggio de' battelli pe' sostegni anche se si disponessero questi come indica Girard e si supponesse che la navigazione potesse farsi nel modo ch' egli intende, sarà probabilmente sempre possibile di proccurarsi 2 o 3 milioni di metri cubici che richiederà in oltre il passaggio pei sostegni, supponendo questi stabiliti come lo sono ne' canali costrutti fin' oggi.

La difficoltà, di cui parla Girard, per alimentare certi canali, non esiste che quando vogliónsi riunire tutte le acque necessarie al punto di derivazione. Ma questa disposizione ha gravi inconvenienti, noi l' abbiamo dimostrato in un articolo sul modo di alimentare i canali, inserito *negli Annali de'Ponti e Strade*, anno 1841. Distribuendo come è indicato in quell' articolo una parte delle riserve su' terreni adiacenti, ciascuna riserva essendo proporzionata a'bisogni delle parte del canale cui serve, si ottiene un sistema di alimentamento da preferirsi ad ogni altro; e così spariscono tutte le difficoltà per proccurare a' canali tutta l' acqua che può richiedere la navigazione, perchè sempre si trovano, o con sorgenti di acqua perenne, o col mezzo di serbatoi, delle risorse sufficienti nelle piccole valli che sono in vicinanza di quelle dove i canali son situati.

Le difficoltà di alimentare un canale, sulle quali Girard si è fondato per progettare l' uso di certe cadute di sostegni non esistono. Perciò le disposizioni indicate da Girard sono senza scopo, mancando di una utilità pratica. Ma quel ch' è peggio esse sarebbero, come andremo a vedere, contrarie agl' interessi della navigazione.

Secondo i calcoli di Girard, esiste una caduta di sostegno che non produce perdita d'acqua ne'passaggi sintanto che i tronchi di sopra e sotto corrente sono mantenuti nello stato normale. Ogni altra caduta più forte fa cadere per ogni passaggio un certo volume di acqua dal tronco

superiore nel tronco inferiore. Ogni caduta più piccola farebbe al contrario rimontare un certo volume di acqua dal tronco inferiore nel superiore.

Da questi principî Girard deduce le conclusioni seguenti.

Se i tronchi non perdessero acqua per l'evaporazione e la filtrazione, si dovrebbe adottare per tutti i sostegni la caduta che rende nullo il consumo d'acqua nel passaggio.

Ma le perdite di acqua proprie a'differenti tronchi rendono necessario l'uso di cadute disuguali (*).

Se il canale trae tutte le sue acque dal punto di derivazione, le cadute de'sostegni debbono diminuire a partire dalla prima.

Se esistono prese d'acqua secondarie su terreni adiacenti, le cadute de' sostegni debbono aumentare sotto corrente di ciascuna presa d'acqua per diminuire in seguito fino alla presa d'acqua che segue, e così progredendo.

Con questa variazione nella caduta dei sostegni, Girard stima che l'alimentamento del canale sarà assicurato col mezzo del solo passaggio de' battelli, e che l'altezza d'acqua de' tronchi resterà costante.

Noi ci asterremo da ogni discussione sull'esattezza di questi principî, che sono stati confutati dal sig. Minard in un opuscolo pubblicato nel 1822. Ma supponendoli anche esatti, la loro applicazione non produrrebbe i risultamenti enunciati.

I calcoli di Girard sono stati infatti stabiliti con la supposizione che la differenza di altezza tra i piani d'acqua superiori di due tronchi consecutivi resti costante. Ora ciò appunto è impossibile di ottenere nella pratica; il carico maggiore o minore de' battelli, il numero maggiore o minore de'battelli che camminano in un senso o nell'altro, nelle condizioni ordinarie ed inevitabili della navigazione, tende a far variare l'altezza d'acqua de'tronchi. La più grande confusione non tarderebbe ad introdursi ne' tronchi di un canale il quale non dovrebbe, secondo Girard, esser alimentato che col solo gioco del passaggio de' battelli pe' sostegni.

In oltre, se Girard avesse valutato a dovere le perdite di acqua per evaporazione e per imbibizione, avrebbe riconosciuto che la variazione, assai tenue in risultato, ch'è possibile introdurre nella caduta di sostegni, non sarebbe bastante, anche con la navigazione la più attiva, per ristabilire ne' tronchi l'acqua perduta per queste cause. Cosa avverrebbe allora se, come succede frequentemente, la navigazione venisse a mancare per più giorni di seguito nell'està? Le perdite per evaporazione ed imbibizione sarebbero sempre le stesse; il piccolo numero di battelli passati (se potessero navigare) non restituirebbe a' tronchi del canale che una parte minima dell'acqua perduta, e i tronchi medesimi ben tosto diverrebbero inadatti alla navigazione.

Vi sarebbe pure, in certi casi, un'altra causa di perturbazione di un simile sistema, la quale Girard non ha riconosciuto. I calcoli su'quali questa teoria è fondata suppongono che lo stesso numero di battelli passi per ciascun sostegno. Ora, per ciò che si è stabilito con questo articolo, impiegando cadute di sostegno differenti, si renderebbe la capacità per la frequenza variabile per ciascun sostegno. Le condizioni di navigazione sulle quali sono fondati i calcoli di Girard non si presenterebbero quindi che quando la frequenza restasse al di sotto del massimo della capacità delle opere; se essa arrivasse al massimo, queste condizioni sarebbero necessariamente cambiate, ed i risultati enunciati non potrebbero più ottenersi.

Sotto tutt'i rapporti, la teoria sviluppata da Girard non può essere ammessa. Impiegar cadute di sostegni variabili e distribuirle secondo i principî dati da questa teoria, sarebbe disordinare la capacità di frequenza delle differenti opere del canale, senza per altro che ciò potesse produrre ordine nell'alimentamento che si vuole stabilire.

Non è dunque sulla considerazione del consumo d'acqua de' passaggi che può fondarsi la teoria della caduta de'sostegni.

Una osservazione semplicissima dimostrerà più chiaramente la nullità della teoria che stiamo esaminando. Supponiamo che un canale sia stabilito in un luogo dove l'acqua sia abbondante, e sia del tutto inutile prender cura del consumo di quest' acqua. Qualunque caduta di sostegno sarebbe allora forse indifferente? Ciò è quanto deve dedursi dalla teoria di Girard, ed è forse per questa conclusione che si son progettati taluni canali posti in queste condizioni, ed a'sostegni de' quali si son date cadute varianti da $1^{m}.50$ a 4^{m}. Ma certamente ciò è da evitarsi se vuolsi che la navigazione sia regolare e facile, che il passaggio pe' sostegni si faccia senza ingombramento, senza ritardo, e che la spesa di costruzione non sia esagerata in rapporto all' utilità.

Diciamo dunque ancora che la cosa importante, quando si stabilisce un canale, non è che vi si perda la minor quantità possibile di acqua, ma che il canale soddisfaccia alla sua destinazione, che possa dare passaggio a tutte le mercanzie che vi si presentano e che il cammino dei

---

(*) Girard dice a tal riguardo: « L'eguaglianza di caduta che d'ordinario si prescrive tra tutti i sostegni di un medesimo canale, » si riduce ad una semplice regola di pratica che nessuna teoria » giustifica e che non può trovare applicazione ragionata che in » un concorso di circostanze ben raro. »

È questo al certo uno de' più deplorabili errori che si possa sostenere intorno a'canali, ed ecco dove Girard è stato condotto per aver adottato un cattivo punto di partenza.

battelli sia facile e regolare. Tutto dev' esser subordinato a questa importante considerazione di utilità, anche il modo di alimentare il canale. Che si dispongano le cose in modo che, assicurata l' utilità del canale, il consumo d' acqua sia il minore possibile, niente di meglio; ma che si eviti d' adottare, per diminuire il consumo d' acqua, delle disposizioni che diminuiscano nel tempo stesso l' utilità del canale.

PONTE SOSPESO DI KIEFF IN RUSSIA.

(Civil Engineer's and Architect's Journal.—Febbraio 1850.)

Un notabile modello di un ponte sospeso sul fiume Dnieper, a Kieff, una delle principali città della Russia, ha eccitato grande interesse in Pietroburgo. Questo modello fu eseguito a Londra, dove fu mostrato alla maggior parte de' principali ingegneri ed architetti. Giunto in Pietroburgo fu messo in una delle grandi sale del Palazzo d' inverno, dove fu formalmente presentato all' Imperatore nel giorno della sua festa (18 decembre), dal sig. Vignoles, ingegnere inglese secondo i progetti del quale e sotto la cui immediata direzione questo ponte ora si costruisce.

Il Dnieper è uno de' più grandi fiumi del impero russo; esso prende origine presso Smolensko, e scorrendo verso il sud entra Nel Mar nero ad oriente di Odessa. Nel senso geografico il Dnieper può esser considerato come l' estremo confine occidentale tra la Russia propria (o Moscovia) ed il gran regno di Pōlonia, che un tempo si estendeva ad occidente sin presso alle gigantesche montagne di Boemia, a mezzogiorno sino a' Carpazî ed al nord sino al Baltico. La principale città attraversata dal Dnieper, nel suo lungo corso insino al mare, è Kieff, celebre nella storia per esser il primo luogo dove il Cristianesimo fu introdotto tra le barbare orde che allora menavano una vita nomade tra gli steppi della Russia, e conosciuta ancora come un importante posto di frontiera, posseduto alternativamente da' Russi e da' Polacchi, ed ora elevata a grande importanza come capitale della Russia meridionale.

Kieff è situata in modo molto pittoresco sulla sponda destra o meridionale del Dnieper; essa copre una grande estensione e numerosi edifizi pubblici coronano le molte eminenze dell' ondulato suolo sul quale la città è costrutta. Il suo aspetto generale è molto sorprendente, e l' impressione che produce sopra un viaggiatore che viene dalle contrade occidentali di Europa è quello che esso riceverebbe al primo vedere una capitale asiatica. La parte commerciante della città, detta il Podol, giace sopra un basso piano all' estremo occidentale, il rimanente di Kieff è elevato da due a tre cento ed anche a quattrocento piedi sopra il livello del fiume e domina tutta la sponda sinistra o settentrionale di esso, dove sono basse maremme, che si estendono per molte leghe al disopra ed al disotto di Kieff e per una larghezza di una a due leghe. Nella primavera tutto diviene un lago, elevandosi le acque del fiume, e l'unico accesso a Kieff dal nord si ha allora per un argine elevato sopra il livello delle piene. È al termine di quest' argine che si è gettato il ponte attraverso il Dnieper al piede della sponda destra. Il fiume, che per molte leghe al disopra si spande in numerosi canali laterali, scorre qui riunito in un solo letto profondo, e presenta il più stretto passaggio. Questo passaggio è però ancora di mezzo miglio inglese di larghezza, e la profondità dell' acqua, nel secco autunno, è più di 30 piedi nel filone, e talvolta più di 50 al liquefarsi della neve nella primavera. Sopra questa voragine che una volta formava la barriera della Polonia contro l' invasione de' Moscoviti, la necessità della comunicazione ed il progresso generale de' miglioramenti ha richiesto la costruzione di un ponte permanente, e l' imperatore con sagge vedute ne ha ordinata l' esecuzione.

Il fondo del letto del fiume essendo interamente di sabbia e la corrente cambiando spesso la sua direzione, molte difficoltà si presentavano, mentre la tremenda rottura del ghiaccio dopo l' inverno, seguita dalla liquefazione delle nevi ne' distretti più settentrionali, gonfiava le acque in un modo appena comprensibile da un abitante della Gran Brettagna. Divenne quindi condizione necessaria che le pile del ponte qualunque, da costruirsi in quel sito, fossero nel minor numero possibile e che lasciassero le più larghe luci fra esse. Sembrò perciò molto naturale che, col dato limite della spesa, il principio di un ponte sospeso fosse a preferirsi, ed il progetto fu così preparato e sottoposto all' Imperatore. Sulle premurose raccomandazioni del sig. Vignoles, l' uso di corde di fili di ferro come mezzo di sospensione fu rigettato, e fu decisa l'adozione di catene di ferro battuto con anelli piatti. Questo è il sistema usato ne' ponti di Menai e Conway nel paese di Galles (a) da Telford; ed anche in Ungheria, a Pesth sul Danubio, da Tierney Clarke. Tutti questi ponti però non hanno che una sola luce centrale. Il ponte di Kieff ha quattro luci principali ciascuna di 440 piedi, e due aperture laterali di 225 piedi ciascuna, oltre ad un passaggio di 50 piedi sulla sponda destra, cavalcato da un ponte girante, che si apre pel transito dei battelli a vapore e per le altre occorrenze del fiume. Vi sono quindi cinque pile di sospensione nel fiume, una

(a) Questi ponti sospesi non debbono confondersi con quelli tubulari, di cui abbiamo parlato alle pagine 20 e 66, e che furono costrutti in prossimità de' primi per l' uso della strada ferrata di Chester e Holyhead.

spalla di ritenuta sulla sponda sinistra, un' altra spalla di ritenuta dal lato di Kieff (la quale, a causa del passaggio pe' battelli dall'altro lato di essa, forma ora un'isola di fabbrica in mezzo al fiume), ed una spalla pel ponte girante sulla sponda destra. Ciascuna di queste pile e spalle ha richiesto un cassone d' inusitata grandezza, specialmente le due ultime nominate. L' architettura delle pile del fiume è piuttosto nuova e di un notabile carattere in armonia con quella usata nell' estesa linea di fortezze di prima classe che coronano le alture di Kieff. I passaggi a traverso alle pile hanno una larghezza di 28 piedi sino al soffitto degli archi semicircolari. L' impalcatura ha quasi 53 piedi di larghezza massima, dei quali 35 piedi sono eslusivamente destinati alla carreggiata; l'impalcatura è sospesa con catene, tutte sullo stesso piano orizzontale e due da ciascun lato della strada; i marciapiedi sono proiettati in fuori delle catene e sostenuti da mensole poste dal lato esterno delle pile, cosicchè i pedoni sono interamente separati delle vetture e dai cavalieri. Le catene sono composte di anelli lunghi 12 piedi e ciascuno de' quali pesa circa 4 quintali; otto anelli formano la grossezza di ciascuna catena e la lunghezza totale delle catene misurata secondo la curva è di quasi 4 miglia inglesi. Il ferro adoperato pel ponte girante è quasi tutto malleabile; la larghezza dell' impalcatura di questo ponte è quasi di 53 piedi, ed il peso del ferro adoperato appena eccede le cento tonnellate. Questo ponte si muove orizzontalmente (collo stesso principio col quale si fanno girare le macchine locomotive sopra le piattaforme nelle stazioni delle strade ferrate), e collo sforzo di soli quattro uomini che agiscono per mezzo di un meccanismo molto semplice. La costruzione della impalcatura del ponte presenta molte nuove combinazioni di legname e di ferro, ed è estremamente solida per resistere all' azione violenta dell' aria nei forti venti, che spesso hanno danneggiate ed anche distrutte le impalcature ordinarie dei ponti sospesi in altri luoghi. La inferriata è leggiera ed elegante e divisa in timpani ornati di ferro battuto. A dir vero il ferro fuso è stato escluso con cura da tutte le parti del ponte, meno quelle dove l' uso di esso era veramente preferibile o assolutamente inevitabile. Il peso totale del ferro usato nella costruzione del ponte è di quasi 3 300 tonnellate, incluse le macchine usate ne' diversi stadii della costruzione. Tutto fu fatto in Inghilterra e molti de' più celebri maestri magnani e manifattori vi sono stati impiegati. Quindici vascelli sono stati necessarî per portare il ferro sino a Odessa, donde è stato trasportato a Kieff su piccoli carri tirati da bovi sopra i selvaggi steppi quasi senza strade, o con nessuna che ne meritasse il nome.

La quantità delle macchine di ogni specie adoperate nella costruzione del ponte di Kieff è oltremodo considerabile, e non meno di nove macchine a vapore vi sono in uso. Due di queste sono grandi macchine stazionarie, della forza ciascuna di 50 cavalli; le altre sono della forza di otto cavalli e sono mobili a volontà. Queste macchine alzano l' acqua, battono pali, impastano la malta, elevano il legno, il ferro ec., tirano pesi ed eseguono molte altre operazioni, essendo sostituite alla mano dell' uomo.

Un ponte temporaneo, sul quale passa una strada ferrata, è stato gettato su tutta la larghezza del Dnieper, ed è congiunto, per mezzo di un piano inclinato agente da se stesso, colle alture di Kieff, donde i grandi massi di granito ed il ferro son fatti scendere sino a' lavori del fiume, dai depositi formati sopra. La provvisione di granito, mattoni, legno, cemento, calce, pietre ec., è straordinaria e copre molti acri di suolo. Un intiero villaggio di magazzini, opificî, sale, abitazioni pe' sopraintendenti e comode capanne pe' numerosi operai, è stato costrutto sulla sponda sinistra sopra un suolo appositamente elevato dal livello delle piene. Un commessariato regolare è attaccato allo stabilimento, e tutta la organizzazione del servizio è molto completa. I mattoni adoperati sono molto solidi e di un bel colore pallido. Estese cave di granito sono state aperte in molti luoghi, solo per questi lavori; ma il maggior numero de' più grandi e più belli pezzi sono tratti da quasi 100 miglia lontano da Kieff e sono ivi condotti sopra carri tirati da bovi per un paese senza strade. La manifattura del cemento idraulico, necessario nelle fondazioni e per la fabbrica, non è la parte meno importante dello stabilimento. Per questo cemento si adopera una pozzolana artificiale, fatta con una specie particolare di argilla, che si trova nelle colline di Kieff, e preparata secondo i principî esposti dal celebre ingegnere francese Vicat nella sua recente pubblicazione. Gli edifizî destinati a queste fabbricazioni sono giganteschi laboratorii, dove le operazioni si continuano notte e giorno. Otto larghi forni oltre numerosi mulini (per la cottura ed il macinamento dell'argilla) sono costantemente in azione. La quantità di cemento fabbricato è più di 300 staia (*bushels*), o circa 500 piedi cubici, ogni 24 ore. Solo una speciale pubblicazione potrà entrare in tutti i particolari di costruzione del ponte di Kieff, e noi non possiamo qui dare che un idea generale intorno allo insieme di questo magnifico ponte, che sarà il più grande in Europa, avendo un mezzo miglio inglese di lunghezza e coprendo un' area di 100 000 piedi quadrati, molto più di tre acri. I lavori furono incominciati in aprile 1848; la cerimonia di porre la prima pietra ebbe luogo in settembre dello stesso anno. Otto grandi cassoni erano terminati al principio del 1849; due di questi essendo stati distrutti o danneggiati dalle piene di primavera, furono dopo interamente ricostrutti. Le fondazioni delle spalle e di due delle pile erano portate felicemente a termine prima del principio dell' inverno, e tutte le fondazioni ed i cassoni sono stati messi al sicuro e protetti da un esteso lavoro di fascinati (*mattrasse-fascines*), disposti secondo la moderna pratica

di Olanda, da intraprenditori olandesi condotti espressamente a Kieff del sig. Vignoles. Si attende che tutti i lavori di fabbrica sieno terminati nella stagione del 1850, e che nel corso dell' autunno del 1851 il ponte sospeso di Kieff sia terminato ed aperto al transito.

L' argine indicato di sopra, che dà accesso sino al Dnieper dal lato del nord, essendo stato molto danneggiato nelle grandi piene del 1845, sarà riparato in modo sufficiente per servire alle strade della sponda sinistra del fiume. Sulla sponda destra una bella strada nuova, lungo la ripa al piede delle alture, conduce, rimontando la corrente, alla parte commerciante ed alle altre parti di Kieff, e discendendo, al presente passo di chiatta ed alle fortezze inferiori. Un' altra strada sarà formata per ascendere alle grandi posizioni militari sulle alture soprastanti.

Il bel modello di questo notabile ponte è sulla scala di un centesimo della lunghezza dell' opera. Esso è probabilmente la cosa più perfetta in questo genere che siasi mai progettata od eseguita, e fa molto onore al sig. James di Londra che lo ha fatto ed al suo principale assistente il sig. Sims, il quale insieme od un altro ingegnere si recò da Londra a Pietroburgo per porvi a sesto il modello. Ciascun pezzo di legno o di ferro, ogni pernio, ogni vite ed ogni tavola, e ve ne sono a migliaia, è rappresentato in miniatura nel modo il più perfetto; i particolari architettonici della fabbrica, la disposizione interna delle spalle e de' massi di ritenuta, le selle delle catene, il meccanismo del ponte girante, tutto è fedelmente rappresentato sulla propria scala ed in debita proporzione. Essendo la lunghezza della scala di un centesimo del vero, l' area sarà al vero come 1 a 10 000 ed il cubo come 1 a 1 000 000! e tutti i più piccoli pezzi di ferro sono accuratamente messi nel modello in questa ultima proporzione. La base del modello è di mogano, poggiata su colonne ioniche in bronzo, con capitelli e fregio di oro, formando uno splendido mobile degno del palazzo imperiale. L' acqua del Dnieper è rappresentata da uno specchio, che riflette la parte inferiore della impalcatura, e tutto il modello è coperto da una magnifica scatola di cristallo, montata sopra un' armatura dorata, con una bella cupola di cristallo, sostenuta da ricchi pilastri dorati di ordine corintio; il tutto squisitamente cesellato. Il modello e la base han richiesto due anni di lavoro e sono costati 6 000 lire sterline.

Il costo del ponte sospeso di Kieff, senza i lavori pel l' accesso, sarà di più di 400 000 ghinee, cioè circa due milioni e mezzo di rubli di argento, e quasi 11 milioni di franchi, che sebbene sieno una forte somma, possono considerarsi una piccola spesa per un' opera così grandiosa. Il sig. Vignoles ha già preparati per ordine dell' Imperatore i progetti per molti altri grandi ponti in varie parti della Russia. Taluni di essi sono stati approvati, altri sono ancora sotto esame, ed altri progetti sono più o meno avanzati per altri ponti ancora, oltre ad altre opere, per tutte le quali il ferro sarà somministrato dalle manifatture inglesi.

MISCELLANEA.

Modo di guarentire il ferro dall'ossidazione. — Nell' esposizione di Parigi del 1849 furono messi in mostra diversi oggetti lavorati in ferro, coperti da una specie di rivestimento vitreo trasparente disteso sopra tutta la superficie del metallo, come una vernice, e capace di proteggere il ferro contro l' azione dell' aria o di ogni altro mezzo di ossidazione. Questa invenzione sembra poter avere molte utili applicazioni; dappoichè o il ferro sia nello stato di lamine, o nello stato di spranghe, o in quello di tubi tirati alla filiera; o che sia fuso per tubi da condurre acqua, o sotto le più svariate e minute forme come vasi ec., può sempre esser coperto del rivestimento protettore, essendo ancora indifferente che gli oggetti da ricoprirsi sieno di ferro fuso o di ferro battuto. Il procedimento adoperato per dare questa superficie vitrea al ferro è il seguente: innanzi tutto l' oggetto, qualunque ne sia la forma, deve essere interamente lavato con un acido allungato, che serve per togliere dalla superficie metallica qualche sostanza grassa, la polvere ed ogni traccia di ossido; questa operazione è importante, giacchè se una qualunque sostanza estranea rimane sulla superficie, la perfetta adesione del cristallo fuso è impedita. Dopo l' azione dell' acido allungato, il lavoro è ben lavato e quindi asciugato; quando è perfettamente secco vi si distende sopra una soluzione abbastanza forte di gomma arabica, col mezzo di una spazzola di pelo di cammello. Sopra tutta l' estensione della superficie gommata si spande una polvere di cristallo di una specie particolare, della quale indicheremo la composizione, avendo cura di coprire con questa polvere ogni parte della superficie, senza di che il rivestimento vitreo riuscirebbe imperfetto dopo che le operazioni fossero compiute. Così preparato l'oggetto di ferro, è messo in una fornace riscaldata sino a 100° o 150° centigradi (212° a 302° Fahrenheit), e quando è perfettamente secco è passato in un' altra fornace dove è riscaldato sino al color rosso ciriegia; la materia vitrea che aderiva alla superficie gommata del metallo soffre così una fusione. Il progresso di questo periodo dell' operazione è invigilato per mezzo di una piccola apertura, lasciata per questo oggetto nella fornace riscaldata. Quando la fusione è completa e che il cristallo sembra essersi disteso su tutta la superficie, l' oggetto di ferro è tratto dalla fornace e messo in una camera chiusa, nella quale è tolto ogni contatto con l' aria, e vi rimane fino a che siasi raffreddato sino alla temperatura dell' atmosfera. La composizione vitrea da applicarsi sulla superfi-

cie del metallo consiste nelle sostanze seguenti: *flint-glass* in polvere, 130 parti; carbonato di soda, parti 20 ½; acido boracico, 12 parti. Queste sostanze sono fuse insieme in un crogiuolo da fondere il vetro e danno per risultato un cristallo fusibile, il quale, raffreddato, deve essere pestato con cura sino a ridursi in una polvere fina abbastanza per passare per un crivello di seta. Così preparato può applicarsi sulla superficie del metallo col metodo sopra descritto. Se dopo un primo processo il rivestimento vitreo non è abbastanza perfetto, si ripete l'operazione, applicando un secondo strato nello stesso modo del primo. È necessario che la materia vitrea che forma il rivestimento sia libera da ogni sostanza estranea, poichè se l'oggetto da ricoprirsi è ossidato o imbrattato di grasso il rivestimento di cristallo non aderisce, e quindi il risultato dell'operazione è molto imperfetto.

(*Civil Engineer and Architect's Journal.—Febbraio 1850.*)

Apertura al transito del ponte Britannia. — Venerdì e Sabato 15 e 16 marzo il Capitano Simmons, Ispettore del governo per la Commissione delle Strade ferrate, fece la sua ispezione officiale di questa grande opera, accompagnato dal sig. Edwin Clarke ingegnere residente e dal sig. Hedworth Lee direttore delle costruzioni della linea di Chester e Holyhead, mentre si eseguiva una serie di importanti esperimenti per esaminare la legge dell'abbassamento del tubo e la resistenza assoluta di questa costruzione. Gli esperimenti consistevano nell'osservare l'abbassamento sotto una serie di pesi successivi; nel passaggio di tre locomotive attraverso il ponte con un convoglio sufficiente per coprire ciascuno de' tubi, con varie velocità, e nel far correre per esso delle locomotive e de' *tenders* senza convogli anche con velocità varie. Il primo convoglio di esperimento del governo era formato da carri pesantemente carichi di carbone, del peso di 240 tonnellate, con tre macchine locomotive. Questo convoglio si fece passare pel ponte colla velocità solita de' convogli di questa specie, cioè da 10 a 12 miglia ad ora, e l'abbassamento, preso col *deflectometro* fissato nella pila centrale, era appena sensibile. Lo stesso convoglio fu quindi portato tutto sopra un solo de' tubi e vi fu lasciato come peso morto, mentre il capitano Simmons scendeva a fare una minuta ispezione della fabbrica, delle ribaditure, delle lamine, delle parti cellulari superiore ed inferiore del tubo e di altri particolari che occuparono molto tempo. Ritornando, al tubo l'abbassamento prodotto dal peso fu trovato di circa tre quarti di pollice. Simili esperimenti mostrarono il perfetto successo della continuità del tubo, la parte più notabile della costruzione, prodotta dall'unione di ciascuno de' tubi dapprima isolati, giacchè non appena le macchine entravano nel piccolo tubo poggiante sulla terra, il movimento dovuto al loro peso progressivo si avvertiva in ciascun tubo, sino all'altra estremità, per la lunghezza di 1560 piedi. Si fecero quindi passare delle locomotive in movimento, colla maggiore velocità possibile, però di sole 20 miglia ad ora a cagione delle curve delle estremità. L'abbassamento fu di una frazione di pollice e la vibrazione appena sensibile, dappoichè il peso stesso del tubo agiva realmente come contrappeso o impedimento alla vibrazione. Nel lunedì seguente il convoglio straordinario che veniva da Holyhead colla posta ed i viaggiatori d'Irlanda passò pel tubo, risparmiando una intiera ora dal transito ordinario. I convogli seguenti nell'un senso e nell'altro passarono ancora per ambedue le vie. Tutte le disposizioni per questo oggetto sono ora compiute in modo permanente, e l'attenzione degli ingegneri è occupata intorno al sollevamento de' tubi gemelli per la linea parallela.

(*Civil Engineer and Architect's Journal.—Aprile 1850.*)

Gran bacino di Sebastopoli in Russia. — Nel mese di febbraio ultimo fu terminato il gran bacino navale di Sebastopoli. I più grandi legni della marina russa possono ora entrarvi. Il bacino copre un'area di dieci acri di suolo ed ha sette *docks* a secco. L'acqua nel bacino è elevata per trenta piedi al di sopra del livello del Mar Nero, ed i vascelli entrano per mezzo di tre chiuse, le porte di ferro delle quali, costrutte dal sig. Rennie, sono larghe 64 piedi ed alte 28. Ciascun *dock* ha una chiusa che può aprirsi, votandosi l'acqua in pochissimo tempo senza bisogno di usar trombe; sistema adottato ne' *docks* adiacenti a' bacini in Inghilterra. Dicesi che l'Imperatore di Russia abbia ora cinquanta legni di guerra in Sebastopoli. —

(*Civil Engineer and Architect's Journal. — Giugno 1850.*)

Strada ferrata dell'istmo di Panama. — Le notizie dell'istmo sono sfavorevoli per la primitiva costruzione della strada ferrata tra Chagres e Panama. Si sono incontrati impedimenti, che non erano mai stati preveduti, e se l'opera non è abbandonata, come si crede che dovrà esserlo, passeranno certamente molti anni prima che sia terminata, con una spesa a confronto della quale quella del progetto primitivo è un'inezia. Tale è l'opinione generale di coloro che sono meglio informati. Importanti modificazioni sonosi ottenute nel contratto dal Congresso di Nuova Granata, tra le quali il notabile privilegio della costruzione di una via temporanea per carri. Però l'apertura immediata della strada più breve, meno faticosa e perfettamente salubre per Nicaragua, dalla Compagnia del Canale di nagigazione tra l'Atlantico ed il Pacifico, farà risparmiare anche la necessità di questa sostituzione, riunendo, come dovrà fare, il monopolio dell'intero traffico dell'istmo.

(*Civil Engineer and Architect's Journal. — Agosto 1850.*)

NOTIZIA

Intorno all' allargamento del ponte di Pau, sul Gave de Pau (Bassi Pirenei);

Pel sig. Ménard de la Groye, ingegnere de' Ponti e Strade.

(Annales des Ponts et Chaussées —1846 .)



Diversi sistemi sono stati adottati per l' allargamento de' ponti divenuti troppo stretti per un accrescimento di circolazione molto notabile, ma le spese che ne risultano rendono la loro applicazione impossibile in certi luoghi; bisogna perciò in simili casi rinunziare ad un miglioramento indispensabile, od almeno differirlo per un tempo indefinito.

Sarebbe utile conoscere in tali circostanze un mezzo semplice ed economico, provato con l'esperienza, il quale permettesse di soddisfare in modo pronto e conveniente ad esigenze spesso imperiose.

Sotto questo punto di vista ci è sembrato opportuno di esporre le disposizioni proposte nel 1840 pel ponte di Pau, ed eseguite non prima del 1843. Questo lavoro sebbene poco dipendioso è di buon effetto.

Descrizione. — Il Ponte di Pau, composto di sette archi a volte abbassate, delle quali quattro hanno dimensioni differenti tra loro, è lungo 114 metri e comprende uno spazio di $7^{m}.92$ tra i fronti. La larghezza della strada sopra di esso non arrivava però a 6 metri, perchè i parapetti di pietra, della spessezza ognuno di $0^{m}.40$, le colonnette e i canaletti (per lo scolo delle acque) occupavano circa 2 metri. Conveniva mantenere tutta questa dimensione pel passaggio delle vetture, e quindi aggiungere de' marciapiedi sporgenti pei pedoni.

I marciapiedi sono stati sostenuti con mensole di ferro fuso distanti al massimo per $2^{m}.07$ fra gli assi; l' intervallo tra i più vicini e di $1^{m}.60$. Queste irregolarità nascono dalla differenza di lunghezza tra i diametri delle volte e tra le spessezze delle pile. Queste mensole sono fissate con impiombatura sopra i fronti del ponte dentro scanalature verticali, e sono di più consolidate col mezzo di tiranti di ferro battuto posti sulla loro parte superiore. Le estremità di queste spranghe sono fortemente incastrate, in modo da prevenire un movimento della mensola in avanti.

Ciascuna mensola, tav. VII, fig. 9, ha la forma d' un triangolo rettangolo, il cui lato opposto all'angolo retto ha il profilo di una curva d' egual resistenza o di una parabola, che si prolunga in un quarto di cerchio, a curvatura inversa, e termina con un listello della dimensione di una risega lasciata all' estremo dell'arco di cerchio. Non richiedendo la sua resistenza ch' essa fosse tutta piena, si è intagliata nel mezzo, nello scopo di diminuirne il peso. Il lato da incastrarsi nelle pietre de' fronti del ponte è quello ch'è perpendicolare all'asse della parabola. L' altro deve essere esattamente aderente al tirante di ferro destinato a prevenire il menomo movimento nel senso orizzontale; per ciò il pezzo ha nella superficie superiore una scanalatura, nella quale questo tirante è esattamente incastrato.

I tiranti di ferro battuto *dabc*, fig. 10, terminano con una testa quadrata, destinata a far da dado contro l'estremità sporgente della mensola. Essi presentano in *a* e *b* due gomiti nel senso della lunghezza, perchè posti a piccola distanza e più bassi della superficie esteriore della via del ponte, debbono dapprima piegarsi sul lato interno del plinto di pietra di taglio che soprastà al fronte del ponte, per scendere al di sotto della inghiaiata, e quindi penetrare a piombo nel masso delle volte, in modo da prendere una tenuta stabile e non esposta a smuoversi.

Altri tiranti *ef*, fig. 10 ed 11, sonosi posti orizzontalmente per tutta la larghezza della strada, per render connesse le mensole corrispondenti a' due fronti. Essi abbracciano con un uncinetto il lato verticale di queste mensole, attraversano il plinto, e sono fissati a' primi tiranti (che incontrano nello stesso piano del gomito inferiore) con una fascia di ferro fortemente fermata alle spranghe. I due rami di questi lunghi tiranti, che partono dalle mensole de' fronti, s' incontrano sotto l' asse longitudinale del ponte, e sono quindi fermati insieme col mezzo di un cuneo di ferro conficcato a rifiuto nell' occhio che termina i tiranti.

De' travicelli di ferro fuso, fig. 8, poggiano sulle estremità porgenti delle mensole e costituiscono l' appoggio longitudinale necessario onde stabilire il marciapiede. Due piccoli regoli di ferro, che fanno corpo con le mensole, mantengono questi pezzi incastrati sopra gli appoggi a mezza grossezza nel senso verticale, impedendo che potessero le loro estremità scorrere sia innanzi sia indietro.

Il marciapiede è formato di lastre; quelle della parte sporgente si appoggiano da un lato per $0^{m}.10$ sul fronte del ponte e dall' altro sul travicello, oltrepassando la faccia esteriore di questo per $0^{m}.20$. Questo sporto è necessario per la stabilità dell' inferriata, adattata su ritti verticali che attraversano la spessezza del lastricato e scendono sino alla mensola sulla quale sono fissati. È d' uopo prevenire un rovesciamento all' esterno, e perciò bisogna fortificare ciascun ritto con una specie di urtante capace di aumentare la sua base. Questa disposizione non che quelle relative allo stabilimento dei marciapiedi sono indicate nelle fig. 5, 6 e 7.

Le mensole e l'estremità de' tiranti conficcati nel masso delle volte sono state impiombate al pari che le parti dei

ritti e degli urtanti del parapetto in contatto col lastricato; si è fatto scorrere il piombo in modo da riempiere tutt' i voti e costituire un' aderenza invariabile e perfetta tra il metallo e la pietra. Un inviluppo di $0^m.01$ di spessezza, di mastice bituminoso, impedisce che l'acqua infiltrandosi arrivi fino alla superficie esteriore delle spranghe di ferro chiuse sotte le terre e l'inghiaiata che coprono le volte del ponte, e le pone così al coperto della menoma ossidazione.

Resistenza dei pezzi. — Nel sistema di allargamento che si è di sopra esposto, si possono paragonare le mensole a pezzi prismatici orizzontali incastrati con un estremità e sottoposti con l'altra all'azione d' una forza verticale. Perciò si ha, per calcolare il peso che esse possono sostenere, la formola:

$$P = R \frac{b\, c^2}{6\, a}$$

nella quale

a, indica la lunghezza del pezzo;

b, la spessezza;

c, la dimensione verticale;

R, il più grande sforzo verticale che può sostenere il ferro fuso sull' unità di superficie.

Il valore di questo coefficiente, relativamente al ferro fuso è, per un metro quadrato di sezione trasversale, 7 500 000 chilogrammi; è il quarto del peso che farebbe rompere il pezzo.

Per la disposizione particolare del ponte di Pau, $a=0^m.90$; $b=0^m.045$ e $c=0^m.30$. Perciò lo sforzo massimo che può sostenere il pezzo è $P = 5\,625$ chilogrammi.

Conviene ora calcolare la carica effettiva per conoscere l' eccesso di resistenza. Questa carica si compone di sei elementi.

1.° La metà della carica massima sulla parte sporgente del marciapiede. Si calcola questa carica pel peso di tre persone o di 195 chilogrammi per metro quadrato:

Al ponte di Pau, la larghezza dello sporto essendo di $0^m.90$ e il più grande intervallo tra gli assi delle due mensole consecutive essendo di $2^m.07$, la carica massima per una mensola è di . . . . . . chilogr. 181. 65

2.° La metà del peso del lastricato tra i punti di appoggio aumentato del peso della parte sporgente nel davanti de' travicelli:

Nell' applicazione già fatta, le lastre avendo $0^m.10$ di spessezza, questo peso è quello di un volume di metri cubici 0.13455, a 2 800 chilog. per metro, cioè 376. 74

3.° Il peso dell' inferriata:

Questo peso è quello di metri cubici 0.00834 a 7 790 chilogrammi per metro cioè, ... 64. 9

4.° Il peso della parte sporgente del tirante superiore di ferro:

Questo peso è uguale a quello di metri cubici 0.000678 . . . . 5. 28

5.° Il peso del travicello di ferro fuso:

Il volume di questo è di metri cubici 0.007073; ed un metro cubo pesa 7 210 chilogrammi, donde si ha 51. 00

6.° Infine il peso della mensola stessa, non compresa la parte incastrata:

Questo peso corrisponde a quello di un cubo di ferro fuso di metri cubici 0.0084, cioè . . 60. 56

L' estremità di ciascuna mensola si trova quindi sottoposta all' azione di un peso di cui il limite superiore è 740. 26

Questo peso non arriverà dunque mai ad uguagliare il settimo del carico che simili sostegni possono sostenere senza soffrirne.

La base della mensola aumenta anche la resistenza di questo solido, del quale la sezione longitudinale ha la figura d'egual resistenza. Essa fa le veci di contrasto e rende l'incastro più invariabile. Essa contribuisce soprattutto al buon effetto della costruzione, riempiendo lo spazio tra lo sporto ed il fronte del ponte.

I tiranti non soffrono che tensione. Essi servono a prevenire un movimento delle estremità delle mensole nel senso della loro lunghezza. La resistenza che oppone il ferro battuto alla tensione potendo esser calcolata per 10 chilogrammi a millimetro quadrato di sezione, si trova che la grossezza delle spranghe adoperate pel ponte di Pau sarebbe sufficiente a resistere ad un peso di 6 250 chilogrammi, cioè tale da sorpassare otto volte quello che agirà su' tiranti superiori.

I tiranti inferiori sopportano uno sforzo sensibilmente minore. L' unico oggetto cui servono è d'impedire lo spostamento de' primi, incastrandoli in modo del tutto stabile. Era impossibile stabilire diversamente questa unione, se pur non si voleva innalzar di molto la strada.

I travicelli di ferro fuso resistono come pezzi orizzontali fra due appoggi e sottomessi all' azione d' un peso ripartito uniformemente secondo la loro lunghezza. Questa pressione si compone della metà della carica massima del marciapiede sporgente, della metà del peso del lastricato tra i punti di appoggio, aumentata dal peso della parte sporgente nel davanti de' travicelli, infine di quello del travicello stesso.

Continuando l' applicazione già fatta, questa pressione si eleva a chil. 597.25, peso inferiore al terzo di quello (1 956 chilogrammi) che il pezzo potrebbe sopportare senza soffrirne.

Le lastre del marciapiede, poggiando su' travicelli e sul

fronte del ponte, possono sopportare un peso di chilogrammi 548 per metro corrente. Questo numero si ottiene prendendo 37 000 chilogrammi per coefficiente di rottura del gres per metro quadrato; ora questo peso è certamente minore del decimo di quello che può far fendere il pezzo. Lo sforzo massimo che non oltrepasserà mai chilogr. 427.50 sarà sempre inferiore a' quattro quinti di quello che si può ammettere senza rischio.

Mettitura in opera. — È certamente inutile aggiugnere che per porre in opere le mensole ed i tiranti superiori non vi è stato mestieri nè di palchi di servizio, nè d' ingombramento della via del ponte. Per intagliare le facce de' fronti nel porre le mensole, è stato sufficiente di sostenere con corde le due estremità di una scala posta orizzontalmente. Queste corde sono state convenientemente mantenute col mezzo di una semplice trave posta sul suolo per la lunghezza della faccia interna del parapetto. Facendo avanzare la trave con successive spinte nel senso del suo asse, la scala era spostata con la maggior facilità in modo da porla di rincontro alle diverse scanalature da intagliare.

Dopo la demolizione del parapetto ed il sollevamento del plinto (questa operazione inevitabile ha permesso di eseguire su pietre staccate gl' intagli in questo filare), si è introdotto e si è fatto discendere (dalla parte superiore, senza appoggio nel davanti del piano del fronte del ponte) la mensola nel suo incastro d' impiombatura. Essa si è trovata abbastanza sostenuta dopo messo in opera il tirante superiore, tanto che non solo questo sostegno è stato sufficiente, ma essa ha potuto pure sopportare un palco di servizio.

Lo stabilimento de' tiranti superiori dovea necessariamente cagionare una lieve interruzione nel passaggio. Bisognava aprire de' canali per l' intera larghezza, perchè queste spranghe partendo da ciascun fronte arrivavano fino all'asse del ponte. Sembrò conveniente di situarli sopra uno strato di smalto, e per ciò i tagli si son fatti della larghezza di 0m.10 e della profondità di 0m.20, più bassi della linea superiore del plinto. I materiali trovandosi pronti, lo spandimento dello smalto, la messa in opera con l' unione de' due tiranti che si corrispondono nel senso orizzontale e verticale, ed il colamento del mastice bituminoso hanno richiesto pochissimo tempo. Si poteva far questo lavoro nell' ora del giorno nella quale vi era minor passaggio, o meglio nella notte. Si è adottato sempre quest' ultimo partito.

Si poneva esattamente a sesto la mensola e si verificava precisamente l' intervallo tra due mensole consecutive, prima di colare il piombo negli spazi tra le facce dell' incastro della mensola e del tirante superiore, e le pareti degli inviluppi. Si avvicinavano in seguito le pietre del plinto, intagliate al passaggio delle mensole e de' tiranti, in modo da rimetterli esattamente al loro posto. Rientrando il resto della costruzione nella categoria dei lavori ordinarî più comuni, non è d' uopo entrare in maggiori particolari.

Spese. — Non sarà forse superfluo di porre qui in fine un breve cenno sulla spesa. Si supporranno le mensole egualmente distanti tra loro, e per esempio per 2m.07.

Ferro fuso.

	chil.	chil.	fr.	fr.
Una mensola . . .	84.50	135.50 a	0.56	75.88
Un travicello . . .	51.00			
Impiombatura della mensola	»		»	19.00

Ferro battuto.

Un tirante superiore. .	12.75			
Un tirante inferiore comprese zeppe e legatura	26.35	39.10 a	0.96	37.54
Impiombatura de' tiranti	»			7.00

Ferro battuto e pulito per l' inferriata.

Un ritto col suo urtante.	8.30			
Un pezzo fra due ritti compreso cornice e diagonale . . .	36.70	56.60 a	1.40	79.24
Cordone superiore . .	11.60			
Saldatura del ritto ed unione dell' urtante . .				3.00
Dipintura della mensola, del tirante superiore e dell' inferriata. .		m. q. 2.61 a	0.90	2.35

Marciapiede.

Lastre della spessezza di 0m.10 per la parte sporgente	m. q. 2.484 a	5.50	13.66
Lastre della spessezza di 0m.06.	m. q. 1.035 a	3.30	3.42

Pietre di taglio.

Cordoni pel marciapiede.	metri 2.07 a	11.70	24.22
Appoggio del plinto e filare di limite al lastricato	metri 207 a	3.00	6.21

Spesa totale per 2m.07 di allargamento . . 271.52.

Si può dunque calcolare per franchi 131.17 a metro corrente del marciapiede, od altrimenti a franchi 262.34 per metro della lunghezza del ponte, la spesa di costruzione per un allargamento analogo a quello che si è eseguito nel ponte di Pau. Questo calcolo comprende l' aumento

del decimo destinato a far fronte al ribasso nelle aggiudicazioni.

Tutt' i materiali sono stati forniti da' luoghi vicini, nel circuito di 30 chilometri, ad eccezione del ferro fuso che è stato tratto dalle fonderie di Tolosa.

GRANDE ESPOSIZIONE DEL 1851 IN LONDRA.

Ora che l'esposizione dell'Industria di tutte le nazioni, che deve aver luogo in Londra nel 1851, richiama l'attenzione generale, crediamo far cosa grata ai nostri lettori, riproducendo un articolo del *Civil Engineer and Architect's Journal* (luglio 1850), il quale accompagna un disegno (v. tav. VIII) che rappresenta l'edifizio destinato a quella esposizione, secondo il piano formato dalla Commessione incaricata dell'esame dei diversi progetti presentati per l'edifizio medesimo. Con uno de' prossimi fascicoli daremo il progetto trascelto definitivamente per l'esecuzione.

» Riuscirà soddisfacente per molti dei concorrenti, il trovare che il progetto della Commessione è formato sullo stesso sistema da essi adottato. Un viale che passa sotto il tetto centrale, e nel quale saranno disposti de' sedili, darà una veduta generale attraverso l'edifizio, cosicchè l'attenzione dei visitanti non mancherà di esser richiamata dal colpo d'occhio. Le disposizioni generali sono buone, ma si è stabilita una grande cupola sulla quale troviamo molto a ridire. »

» Oltre del viale di mezzo, si è disposto un corridoio di comunicazione in giro all'edifizio. E gli spazî coperti di alberi (a) sono destinati per cortili da rifrescarsi e prender qualche ristoro, servendo ancora come centri di passaggio per facilitare l'accesso ai diversi scompartimenti dell'esposizione. Gl'ingressi sono quattro, e vi sono delle uscite tutto all'intorno dell'edifizio, le facciate sono di sufficiente effetto e senza pretensioni. »

» La cupola di ferro di duecento piedi di diametro è destinata a formare la parte principale dell'edifizio, ma noi dubitiamo molto dell'opportunità di questa disposizione. Sarebbe per certo un gran trionfo per l'arte inglese l'elevare una tale opera; ma noi non possiamo fare a meno di guardare alle circostanze, specialmente quando un tale sforzo non è per nulla necessario, essendo il contenuto dell'edifizio una sufficiente dimostrazione del nostro potere e de' nostri mezzi. Vale meglio di fondare sul libro che sulla legatura, sul gioiello che sull'astuccio, sull'esposizione che sull'edifizio. Lo spettacolo dovrebbe consistere negli oggetti messi in mostra, e noi non dovremmo cadere nel falso gusto di voler fare uno spettacolo dell'edifizio stesso. In Pietroburgo ed in Parigi, un tale ausiliare quale è una cupola colossale potrebbe essere opportuno; ma noi non abbiamo bisogno di un tale sfoggio. Il battello a vapore che conduce lo straniero da lontane contrade, la strada ferrata che lo porta nella metropoli, i ponti che cavalcano il fiume, lo sorprenderanno abbastanza e gli daranno un pieno convincimento della nostra potenza nell'arte delle costruzioni. Come materia di gusto la cupola non è necessaria, e crediamo avere addotte sufficienti ragioni per mostrare che non è necessaria come oggetto di sfoggio. Essa non ha alcun uso, poichè essendo destinata alle opere di scultura, il bronzo più colossale che noi abbiamo, anche la statua di Wellington, se dall'altro lato della strada fosse ivi condotta, sembrerebbe pigmea sotto l'immensa volta. »

» Mentre secondo il nostro umile giudizio non evvi ragione per farlo, noi dubitiamo molto che il tentativo di costruire la cupola per la primavera del prossimo anno possa esser coronata dal successo, per quanto grandi sieno i nostri mezzi. La non riuscita ci farebbe torto allo sguardo degli stranieri; mentre la riuscita non potrebbe dar loro una più alta opinione della nostra abilità; e per quanto grandi sieno le somme a disposizione de'Commessarî dell'esposizione, esse debbono soddisfare a tante urgenti richieste che la spesa della cupola giungerà poco gradita. »

» Sebbene non sieno indicati tutti i particolari del modo di dar lume all'edifizio, evvi abbastanza nella pianta e nell'elevato per mostrare che i lumi superiori sono usati con molta estensione, ciò che è ben poco favorevole per molti dagli oggetti esposti. Un lume superiore dà la peggior luce per gli oggetti di ornamento; e siccome l'esposizione si terrà nei mesi estivi (b) nei quali il caldo ed i raggi del sole sono più forti, molti lavori dilicati saranno danneggiati, sebbene si spenda molto per tendine. Noi crediamo che sarebbe molto desiderabile che si aprissero dei lumi laterali sotto i gocciolatoi del tetto centrale, e per quanto è possibile nei cortili e nell'esterno dell'edifizio. Noi ben sappiamo che vi è un obbiezione contro le aperture ne' muri, le quali potrebbero render più facile di portar via gli oggetti; ma in un edifizio così ben guardato ciò deve essere di poco peso. »

» Un'altra disposizione, che crediamo ancora non abbastanza opportuna, è quella dell'altezza dei muri, la quale essendo dei 25 piedi, non è sufficiente per porre in mostra i tappeti ed altri oggetti di estesa superficie. Que-

(a) L'edifizio dell'esposizione deve costruirsi in uno de' parchi di Londra.

(b) L'apertura dell'esposizione è fissata al primo di maggio 1851.

sta altezza dovrebbe essere almeno di 40 piedi. »

» L'edifizio sarà certamente più vasto nelle sue proporzioni di quanti ne abbiamo sino ad ora visti in Londra; dappoichè la sua lunghezza è di circa 2 325 piedi, mentre il Palazzo del Parlamento ha una facciata di 875 piedi di lunghezza, il Ponte di Londra è lungo 1 005 piedi e quello di Waterloo 1 326. Così la facciata dell'esposizione è quasi doppia del Ponte di Londra e tripla del Palazzo del Parlamento. La larghezza dell'edifizio medesimo essendo circa 450 piedi, e la sua superficie di 1 000 000 di piedi quadrati, lo spazio coperto dal tetto è molto più grande dell'area di Lincoln's-inn-Fields (c) o della grande Piramide di Gizeh. »

» Non mai un sì vasto edifizio fu costrutto per un simile oggetto; giacchè le dimensioni della esposizione di Parigi sono 800 piedi di lunghezza e 330 di larghezza, formando un area di 261 000 piedi quadrati. Perciò l'esposizione di Londra avrà una facciata di lunghezza tripla, ed una superficie quadrupla. »

» L'area di 1 000 000 di piedi sarà coperta da un solo tetto, eccetto nel sito della cupola e de' piccoli cortili; la minima altezza di questo tetto sarà di 24 piedi e la massima di 50. Le diverse aperture di esso saranno di 48 piedi, eccetto nel centro, dove l'apertura sarà di 96 piedi sulla linea dei sedili. Non solo vi sarà un vasto tetto ma anche un vasto pavimento formato di tavole poggiate su travi e muretti. »

» Siamo lieti di vedere che, non ostante gl'inviti fatti agli architetti stranieri e le cortesie usate verso di essi, il disegno e la costruzione dell'edifizio saranno sotto auspici inglesi. »

OSSERVAZIONI

Sulla forma che conviene dare alle opere in mare;

Pel sig. Bellinger, Ingegnere de' Ponti e Strade.

(Annales des Ponts et Chaussées. — 1849.)

Il molo des Noires, costrutto tra la rada ed il porto anteriore di Saint-Malo, è stabilito sopra uno spianato di scogli di cui una parte si scopre a ciascuna marea e l'altra parte solo alle acque vive.

Questo molo prende la sua origine allo sporgente del bastione S. Filippo, nella direzione dell'ovest-sud-ovest. V. tav. IX, fig. 1.

(c) La più grande fra le piazze o *squares* di Londra.

Dal lato del porto anteriore, fig. 1 e 2, il suo paramento è curvo per la lunghezza di 270 metri, misurata a partire dalla scala situata di rimpetto all'angolo del bastione, e prende la forma di un arco di cerchio descritto con un raggio di 212 metri, ed accordato col muro di banchina del porto anteriore per mezzo di un'altra curva. Questo paramento è terminato, nella direzione del sud, da una linea retta di 30 metri di lunghezza tangente alla curva.

Dal lato della rada, il paramento è concentrico con quello che si è descritto, e si accorda col bastione S. Filippo con un arco di cerchio di 40 metri di raggio e di 55 metri di sviluppo.

I due paramenti hanno una scarpa del decimo della loro altezza.

Il molo ha $5^{m}.80$ di larghezza nella cresta, e termina in un allargamento dove in tempo di guerra si deve stabilire una batteria a barbetta.

Per la sua posizione e la sua forma, fig. 1, quest'òpera adempie perfettamente al suo scopo che è quello di coprire il porto anteriore contro i venti compresi tra il nord ed il sud-ovest e di facilitare l'accesso alle chiuse del bacino.

La forma circolare, che era stata indicata dalla posizione degli scogli ed adottata per aumentare l'estensione del porto anteriore senza cessare di coprirlo dai venti pericolosi, sembra essere, in molti casi, la più conveniente per le dighe di difesa in mare.

Vedendo i deboli effetti che l'agitazione del mare produce su quest'opera, siamo stati indotti a studiarli attentamente ed a ricercarne le cause. Sono i risultati di questo lavoro che ci proponiamo principalmente di far noti con questo scritto.

Allorchè il mare è sollevato dai venti che soffiano dall'aperto nella direzione AB, fig. 2, si osservano contro il molo gli effetti seguenti:

La superficie dell'acqua è meno agitata innanzi alla gran curva che non è d'ordinario innanzi ad una gettata rettilinea perpendicolare alla direzione del vento. I flutti raramente s'infrangono quando incontrano il paramento di questa curva, ed ancora ciò non avviene il più spesso che nella parte normale alla direzione del vento. Essi al contrario battono con violenza nella curva concava dell'estremità. Evvi un considerabile mareggio nella curva di accordo col bastione S. Filippo, ma i flutti vi si rompono in forma di fascio ad una certa distanza in avanti del paramento e non mai contro questo. Da ciascun lato della direzione del vento, fig. 1 e 2, si sviluppano de' flutti che vanno, gli uni verso il canale di entrata del porto, dove cagionano un movimento trasversale, gli altri verso il bastione de la Hollande contro il quale vanno a battere con forza, mentre che il bastione S. Filippo, sopra del quale il mare passava altra volta per

ricadere nella città, è preservato da ogni sorta di urto.

Questi effetti sono stati osservati dai marinari che li spiegano al loro modo, dicendo che il mare scorre sulla gran curva; che esso è arrestato da un lato dallo sporto dell'estremo del molo contro il quale s'infrange, mentre che dall'altro lato è rigettato verso il bastione de la Hollande dalla curva di accordo situata sul bastione S. Filippo.

Questa spiegazione sembrerebbe ragionevole se la produzione de' flutti fosse dovuta ad un movimento di traslazione. Si comprenderebbe allora che le molecole liquide fossero stornate dalla loro primitiva direzione da un ostacolo ed arrestate da un altro, come se si trattasse di di una corrente. Ma il movimento di traslazione dei flutti è soltanto apparente; la loro formazione ed il loro propagamento sono dovuti alle oscillazioni successive delle molecole, simili alle oscillazioni che avrebbero luogo in un sifone nel quale si fosse accidentalmente prodotta una differenza di livello fra i due rami (1); di modo che i fatti sopra indicati non possono essere attribuiti se non alla reazione particolare del paramento su' filetti liquidi oscillanti che vengono ad urtarlo, ed alla forma dei flutti riflessi che ne sono conseguenza.

Supponiamo dunque una serie di flutti che vengano dal largo, come se fossero prodotti da un vento che soffiasse nella direzione AB, fig. 2. Le loro cime S, S′, ec., e le loro parti concave C, C′, ec., saranno sensibilmente rappresentate in pianta dalle linee rette VI, fig. 2, perpendicolari alla direzione della propagazione AB, ed equidistanti, facendo astrazione dall' alterazione della superficie de' flutti, che è prodotta dall' azione incessante del vento. Allora, considerando i flutti nel momento in cui la linea che rappresenta la parte concava di una di essi C, fig. 3, diviene tangente alla curva del molo nel punto B, e supponendo che la propagazione continui, le parti oscillanti a, b, c, d, ec., si abbasseranno successivamente sino al livello cc', facendo rimontare le parti a', b', c', d', ec., de'secondi rami de'sifoni sino al livello S, S′. Ma quando le parti a', b', c', d', ec, dovranno abbassarsi alla loro volta per far montare successivamente, ne' secondi rami de' sifoni creati col pensiero al di là del paramento BB, delle nuove porzioni corrispondenti a ciascuna di esse e distanti per la lunghezza costante SC, esse eserciteranno delle pressioni contro il paramento BB che intercetta in certo modo la comunicazione fra i due rami di ciascun sifone; e queste pressioni cagioneranno delle reazioni in senso contrario tali, che il movimento di sifone che doveva aver luogo al di là del paramento BB, avrà luogo al di qua, in senso opposto alla direzione de' flutti primitivi e seguendo la stessa legge che quelli.

In realtà, le reazioni non saranno uguali alle azioni; ma siccome esse succederanno in numero eguale alle azioni e passando ad intervalli uguali per le stesse alternative di massimo e minimo, il flutto riflesso avrà la stessa lunghezza che il flutto incidente. Inoltre, ammettendo la reazione istantanea, ciò che non cangia punto la legge della propagazione de' flutti riflessi, dappoicchè i ritardi debbono esser successivamente gli stessi per le pressioni esercitate dalle stesse porzioni oscillanti, si potrà conchiudere che la curva che rappresenterà la successione de' flutti riflessi al di qua del paramento BB, sarà simmetrica a quella che rappresenterebbe la successione dei flutti incidenti propagati al di là del paramento, e per conseguenza che il cavo de' flutti riflessi si manifesterà nel punto C contro il paramento BB quando quello dei flutti incidenti giugnerà allo stesso punto, e che se il movimento continuasse, i cavi e le cime de' flutti riflessi ed incidenti passerebbero simultaneamente pe' punti C, C′, ec., S, S′, ec.

Ciò posto, se i flutti incidenti indicati dalle linee VI, fig. 2, incontrassero un ostacolo rettilineo e perpendicolare alla loro direzione AB, come sarebbe quello rappresentato dalla tangente al molo des Noires nel punto B, la reazione avrebbe luogo nello stesso tempo e nello stesso modo su tutt' i punti di quest' ostacolo, ed i flutti riflessi sarebbero rappresentati da linee rette, parallele alle linee VI e camminanti in senso direttamente opposto a quello de' flutti incidenti.

Al contrario, se l' ostacolo avesse una forma curva come il molo des Noires, appena il cavo di un flutto incidente avesse sorpassato il punto B, ed a mano a mano che incontrasse successivamente i punti D, D′, D″, la sommità del flutto riflesso precedente si manifesterebbe ancora alla distanza costante CS da ciascuno di questi punti del paramento, ma in una direzione che farebbe colla normale che passa per ciascuno di essi, un un angolo di riflessione eguale a quello che la stessa normale farebbe colla direzione de' flutti incidenti.

Risulterebbe da ciò che, mentre le cime ed i cavi dei flutti incidenti si avanzerebbero secondo le direzioni rappresentate dalle linee parallele VI, le cime ed i cavi dei flutti riflessi si allontanerebbero per le curve V′R′ equidistanti e corrispondenti, che si allargherebbero sempre più innanzi al paramento convesso, e si restringerebbero innanzi al paramento concavo.

Infine, se l'ostacolo fosse rettilineo, ma obbliquo per rapporto alla direzione AB de' flutti incidenti, si troverebbe nello stesso modo, che le cime ed i cavi de' flutti riflessi sarebbero rappresentati da linee rette parallele ed equidistanti, e si allontanerebbero dal paramento in una

(1) Ci appoggiamo qui sulla teoria del movimento de' flutti esposta dal sig. Virla, nella seconda parte del suo articolo inserito negli Annali de' Ponti e Strade, prima serie, t. XIV, p. 215.

direzione che farebbe col paramento dell' ostacolo un angolo di riflessione eguale a quello che il paramento medesimo fa colla direzione de' flutti incidenti.

Per ciò che si è detto, un ostacolo avente la configurazione del molo des Noires presenta le particolarità seguenti:

1.° Paragonando la parte convessa ad un ostacolo rettilineo perpendicolare alla direzione AB, fig. 2, secondo la quale si propagano i flutti indicati dalle linea VI, si riconosce che la cima di ciascuno di questi flutti, invece di agire nel tempo stesso su tutta l' estensione del paramento, agisce successivamente sulle sue differenti parti. In modo che questa parte convessa del molo che soffrirebbe, a cagione della sua forma a volta, uno sforzo esercitato contemporaneamente su tutti i suoi punti, molto più considerabile di quello dell' ostacolo rettilineo col quale si paragona, possiede inoltre il vantaggio di non essere caricata in ogni istante che su' punti corrispondenti alle cime de' flutti e lontani gli uni dagli altri, e solo da pressioni il cui effetto è attenuato in ragione dell' obbliquità delle loro direzioni relativamente al paramento.

2.° Paragonando la stessa parte convessa allo stesso ostacolo rettilineo, si vede che questo produrrebbe de' flutti riflessi, rappresentati da linee rette che si allontanano in un senso precisamente opposto alla direzione AB dei flutti incidenti VI, in modo che ogni volta che le cime ed i cavi di due flutti appartenenti a ciascuna delle due serie coincidessero, le loro altezze si sommerebbero insieme per tutta la loro estensione in modo da formare de' flutti composti che sarebbero cortissimi per rapporto alla loro altezza totale in quell' istante; mentre che la parte convessa del molo respinge de' flutti riflessi rappresentati dalle linee curve V′ R′, le cime ed i cavi dei quali non possono coincidere con quelli de' flutti incidenti VI che sopra punti isolati e lontani gli uni dagli altri, di modo che l' accrescimento momentaneo di altezza o di profondità del flutto composto non ha luogo che sopra punti separati gli uni dagli altri.

3.° Paragonando ancora la stessa parte convessa ad un ostacolo rettilineo ma obliquo relativamente alla direzione AB, nella quale si propagano i flutti VI, si scorge che questo non produrrebbe effetti analoghi a quelli indicati qui sopra per la forma curva che in ragione della sua obbliquità per rapporto alla linea AB, o per rapporto alla direzione del vento che determina d'ordinario il movimento de' flutti, ma che la parte convessa del molo produce questi effetti qualunque sia la direzione del vento o de' flutti che vanno ad urtarla.

4.° Il paragone della stessa parte convessa del molo con un ostacolo rettilineo qualunque mostra, per la configurazione de' flutti V′ R′ riflessi dal paramento curvilineo convesso, che gli effetti della reazione non decrescono solo in ragione della distanza, come farebbero allontanandosi da un paramento rettilineo sopra flutti rappresentati da linee rette parallele, ma che inoltre essi diminuiscono in altro modo in ragione del loro allontanarsi dal molo, giacchè essi si ripartiscono sopra curve sempre più estese in ragione del loro allontanamento. Questa seconda diminuzione deve variare in senso inverso dell' accrescimento successivo de' raggi di curvatura; ciò che mena a conchiudere che l' agitazione dovuta all' azione di un paramento convesso diminuisce molto più rapidamente secondo che si allontana quando la curvatura di questo paramento è molto forte, come quella dell' estremità dello slargamento del molo des Noires, che se questa curvatura fosse debole, come quella della parte di questo molo della quale si è parlato più sopra. Dappoichè, alla stessa distanza dal paramento, il raggio di curvatura di un flutto riflesso cresce in una proporzione molto maggiore, per rapporto a ciò che era al principio della reazione, nel primo caso che nel secondo.

5.° Infine quando la cima di un flutto VI, curvata in avanti dalla violenza del vento, va ad urtare contro un ostacolo rettilineo e normale alla sua direzione AB, l'aria rinchiusa nella schiuma è compressa tra il paramento e la massa d' acqua spinta dal vento contro di esso; e siccome lo stesso effetto ha luogo contemporaneamente sopra una grande estensione, quest' aria non può sfuggire che dopo aver acquistata una forza elastica grandissima, che produce dapprima delle pressioni tendenti a rovesciare l' ostacolo e ad aumentare l' effetto della riflessione, e quindi il getto d'acqua con detonazione. Al contrario, quando l' ostacolo è in forma di curva convessa, esso non è incontrato che in un solo punto alla volta, e l' aria sfugge da' lati senza produrre alcuno sforzo, nè per rovesciare l' ostacolo nè per aumentare l' agitazione del mare. Questo effetto è anche tanto più sensibile per quanto la curvatura del paramento è più pronunziata.

I fenomeni prodotti dagli ostacoli curvilinei concavi, come quelli rappresentati dalla curva di accordamento del molo des Noires col bastione S. Filippo, non sono esattamente gli stessi che quelli esaminati qui sopra per gli ostacoli convessi comparativamente agli ostacoli rettilinei.

1.° Intanto la prima delle particolarità notate per la curva convessa appartiene alla curva concava, salvo la resistenza a modo di una volta.

2.° e 3.° La seconda e la terza le appartengono ancora.

4.° La quarta non cambia sotto il rapporto della teoria, ma il risultato è differente poichè gli effetti della reazione sono ripartiti sopra curve che restringono sempre più di mano in mano che si allontanano dal paramento, di modo che essi aumentano di tanto più che i raggi di curvatura diminuiscono sulle linee curve $v'r'$, che rappresentano i flutti riflessi, e che essi vanno ad incontrarsi quasi verso il mezzo del raggio del cerchio parallelo alla direzione AB de' flutti incidenti VI. Allora

la lunghezza di ondulazione de' flutti riflessi rimanendo costante, e la loro altezza aumentando col loro allontanarsi dal paramento, essi divengono talmente acuti che non possono più sostenersi contro l'azione del vento nei punti d'incontro delle loro cime con quelle dei flutti incidenti, e ricadono sotto la forma di schiuma. Quando uno di questi flutti riflessi arriva molto dappresso al punto di concentrazione, senza che la legge del suo movimento sia stata distrutta dal suo spezzamento o da quello di uno de' flutti vicini, vi è in questo punto uno fascio d'acqua considerabile. La riflessione de' flutti, che noi abbiamo descritta, produce in tutta la curva concava un mareggio violento, ma lo spezzamento perpetuo de' flutti riflessi altera la legge di propagazione de' flutti incidenti ed impedisce che questi abbiano alcuna azione contro il paramento.

5.° Il vento è disviato su' lati della curva concava in modo tale che le due correnti d'aria che vengono ad incontrarsi nel suo mezzo per rialzarsi insieme e passare oltre il parapetto distruggono, al di sotto di questo parapetto, l'azione del vento dominante che farebbe curvare in avanti la sommità di un flutto che il mareggio ed i frangenti non avessero ancora sformato prima che giugnesse al paramento. Perciò, i flutti incidenti che giungono al fondo della curva concava non producono nè urto violento nè getto considerabile contro l'ostacolo, del quale essi non fanno, per così dire, che lambire la superficie.

Tuttavia, quando la curva concava è descritta con un piccolo raggio, come quella dell'estremo del molo des Noires, il punto di concentrazione delle azioni riflesse essendo molto prossimo al paramento, il fascio sopra indicato, curvato dall'azione del vento dominante, produce lo stesso effetto che un forte flutto che fosse spinto nel fondo della curva. Allora l'aria compressa da ogni parte cagiona un urto violento ed un getto considerabile.

La reazione prodotta dall'estremo del molo des Noires è ancora interessante ad esaminarsi per riconoscere come i flutti riflessi si sviluppano e si propagano nell'interno de' porti, fig. 2.

Tutte le conseguenze teoriche della riflessione che noi abbiamo indicate sono confermate dall'osservazione. I diversi fenomeni non si presentano sempre contemporaneamente in modo distinto, giacchè basta un flutto spezzato, un forte soffio di vento, l'influenza del fondo in talune ore della marea ec., per distruggere la regolarità del movimento delle acque; ma scegliendo le circostanze favorevoli questi fenomeni possono esaminarsi separatamente, ed il loro effetto generale ha sempre luogo, anche quando non è più possibile di distinguerli, come nelle tempeste.

Si comprende, da ciò che è avvenuto sul molo des Noires, quando sia importante la scelta della forma da darsi alle opere in mare.

Così, per mezzo della curva convessa del molo, si sono diretti i flutti contro il bastione de la Hollande, sul quale essi agiscono con tanto maggior forza in quanto che il fondo si solleva avvicinandosi a partire dal bastione S. Filippo. Se invece di questa costruzione in fabbrica fondata sullo scoglio, fosse esistito un rivestimento come quelli che si costruiscono per proteggere talune coste, se ne sarebbe probabilmente cagionata la distruzione.

Colla curva di accordo col riparo si è distrutta l'azione del mare contro il bastione S. Filippo, al disopra del quale esso spruzzava altre volte sino a 9 metri di altezza, nel tempo delle acque vive di equinozio, mentre che ora passa a pena al di sopra del parapetto, che non è superiore che di $1^{m}.70$ allo stesso livello.

L'allargamento dell'estremo del molo risaltando all'esterno sul molo propriamente detto, produce un buon effetto, giacchè esso sviluppa de' flutti riflessi che rompono, incontrandoli, una parte di quelli che la grande curva dirige verso il canale, dove essi prendono di traverso i bastimenti.

La forma rotonda dell'estremo del molo introduce nel porto anteriore de' flutti riflessi che non vi penetrerebbero se il molo fosse terminato da un paramento rettilineo perpendicolare al suo asse.

Ne' progetti riguardanti i porti si dovrebbe dunque, per ciascun'opera da costruire o da modificare, prendere una pianta generale delle altre opere esistenti e delle coste ad una certa distanza, sulla quale si potrebbe giudicare dell'effetto delle differenti parti dello insieme le une in rapporto alle altre.

Fig. 1. Se si considera, per esempio, il porto anteriore di Saint-Servan, si vede che esso è esposto a' venti del nord-ovest e coperto da' venti del sud-ovest, intanto il mare vi è egualmente cattivo durante gli ultimi che durante i primi. Ciò dipende da che i flutti prodotti da' venti del nord-ovest non possono svilupparsi su grandi proporzioni nello spazio che separa Saint-Malo da Saint-Servan, mentre che quelli che vengono dalla rada essendo più forti, spinti da' venti di sud-ovest, sono riflessi dalla banchina del porto anteriore di Saint-Malo nel sito di quello di Saint-Servan. L'ondata vi è tanto forte che nessun battello vi dimora, e che il graticolato di carenaggio che vi si è trasportato dopo i lavori del bacino non serve al raddobbo di nessun bastimento, se non di qualche piccolo legno da cabottaggio che vi è tirato nel mattino durante il bel tempo e lo lascia la sera.

Fig. 1. Quando il bacino sarà chiuso, una parte dei flutti riflessi che si dirigono nella breccia dell'argine di congiunzione tra le due chiuse saranno riflessi di nuovo da quest'argine verso il porto anteriore di Saint-Servan, (3)

(3) Questi particolari del porto anteriore di Saint-Servan si riferiscono al primo progetto eseguito, le disposizioni del quale sono state modificate dopo la compilazione di questo articolo.

dove l' ondata diverrà tanto più forte in quanto che il fondo si solleva secondo una pendenza di $0^m.0178$, e tanto più pericolosa che questo fondo è di scogli.

Presso l' entrata del porto di Honfleur, quando il vento soffia con forza, ma senza tempesta, nella direzione dell' ovest-nord-ovest, si osservano i fatti seguenti: I flutti vanno a colpire obliquamente la gettata dell'ovest, di modo che non s' infrangono contro di essa con gran violenza, fig. 4. Nella curva di accordo colla spiaggia vi è un forte mareggio, come nella curva di accordo del molo des Noires col bastione S. Filippo a Saint-Malo. Questo mareggio è prodotto dall' intersecazione de' flutti incidenti VI e di quelli riflessi $v'r'$ che si distruggono fra loro pel concentramento degli effetti della reazione e per un eccesso di rialzamento ne' loro punti d'incontro. Al fondo della stessa curva il mare sale sulla banchina, e ciò pure al modo stesso che a Saint-Malo, cioè che i flutti si sollevano piuttosto scorrendo contro il paramento che urtandolo con violenza.

Ma i flutti V'R', riflessi dalla gettata dell' ovest del porto di Honfleur e diretti verso il lido, vanno a battere contro le costruzioni opposte a questa gettata. Questo effetto di reazione o di risacca, che d' altronde è favorito dal rialzamento del fondo, comincia a farsi sentire al punto d' innesto E della curva di accordo. Esso aumenta allontanandosi da questa curva dove il mareggio impedisce a' flutti riflessi di propagarsi senza essere infranti; esso diviene massimo nel punto F dove vanno a concentrarsi le reazioni prodotte dalla concavità della gettata dell'ovest, e diminuisce in seguito coll'allontanarsi dal punto d' innesto. Ciò che mostra che la violenza del mare innanzi alle costruzioni che limitano il lido sia effetto della risacca, è che i flutti che s' infrangono contro quelle costruzioni si muovono in senso opposto alla direzione del vento, e che al di là dello estremo della gettata non si osservano più gli stessi effetti sulla costa.

Ne' luoghi molto esposti a'venti ed agli urti dalla parte del mare aperto, gioverebbe evitare gli angoli retti rientranti, poichè, qualunque sia la direzione AB, fig. 5, del vento e de' flutti che esso solleva, dopo due riflessioni successive in B e B', i flutti riflessi si muoverebbero nel senso precisamente inverso gli uni degli altri. Si avrebbero allora due sistemi di flutti composti e corti in rapporto alla loro altezza ed una considerabile risacca. Sarebbe meglio adottare angoli ottusi affinchè l' effetto sopra indicato non fosse prodotto se non nel solo caso che la direzione del vento fosse parallela alla linea che divide l'angolo in due parti. Una curva concava soddisfarebbe allo stesso oggetto, determinando la sua curvatura in modo che il suo centro di reazione fosse al di fuori de' punti di fermata de' bastimenti e de'luoghi frequentati dalle barche. Quando il mareggio non è molto forte, esso non ha azione sui grandi legni, ma è molto pericoloso per le barche che sono sbalzate in tutti i sensi, ed i remi delle quali da un lato affondano troppo nell' acqua e dall' altro non s' immergono, mentre l' azione del timone è contrariata.

All' entrata de' porti si accordano talune volte le gettate co' muri interni con curve che hanno un gran raggio, fig. 6. Se si dà qualche facilità a'legni che passano, slargando in questo modo l' apertura, si diminuisce però la sicurezza di quelli che si accostano alla banchina, a cagione dell' ondata che queste curve rimandano in tutti i sensi, in modo che con taluni venti non vi è più calma in nessun luogo. Nel porto anteriore di commercio a Cherburgo il mare è cattivo quando i venti soffiano tra il nord ed il nord-ovest. Ciò dipende in primo luogo da che i flutti riflessi una prima volta sulla gettata dell'est, lo sono una seconda volta su quella dell'ovest, per muoversi nello stesso senso de' flutti incidenti che vengono dal largo. Questo fenomeno, che ha sempre luogo sopra due gettate parallele e lunghe abbastanza per cagionare una doppia riflessione, deve necessariamente produrre un' agitazione più considerabile nella parte del prossimo porto anteriore verso il quale questi flutti sono diretti. Ma inoltre, la seconda riflessione sulla curva di accordo della gettata dell'ovest produce una serie di flutti curvi che si estendono in tutti i sensi. Si scorge dalla fig. 6, che se il vento si approssima al nord, i flutti V'R' riflessi una prima volta sulla gettata dell' est e quelli V″R″ che lo sono stati una seconda volta sulla curva di accordo dell' ovest, sono diretti insieme verso il fondo del porto anteriore dal lato di questa curva. In fatti, dopo la costruzione della curva, il mare vi diveniva tanto cattivo che si è giudicato necessario, per ristabilire la calma, di costruire un pennello perpendicolare alla banchina per una lunghezza di 62 metri. Se al contrario il vento si approssima al nord-ovest gli stessi flutti sono diretti verso lo scalo di raddobbo, dove sarebbe importante che il mare fosse tranquillo. Prolungando semplicemente il paramento della gettata e quello dello scalo sino al loro incontro, non si sarebbero avuti al fondo del porto anteriore, dal lato dell' ovest, se non i flutti V'R', riflessi una volta sulla gettata dell' est, e nessuno sarebbe arrivato sino allo scalo di raddobbo, giacchè essi sarebbero stati arrestati dal prolungamento del paramento della gettata dell' ovest.

Nello stato attuale de' luoghi, i flutti V″R″, riflessi una seconda volta sulla gettata dell' ovest e movendosi nello stesso senso di quelli incidenti che vengono dal largo, sono infranti al punto d' innesto della gettata dell' est da una vecchia scogliera abbastanza elevata che distrugge tutte le leggi della propagazione. Se a questa si sostituisse una curva ed uno scalo simili a quelli che sono di rimpetto, è probabile che il mare sarebbe cattivo nel nuovo scalo, e che sarebbe necessario di costruire un secondo pennello simmetrico al primo per coprire la banchina dell' est.

Le forme circolari di grande raggio situate nell' apertura esterna del passaggio di una darsena, producono ancora un cattivo effetto, quando la lunghezza di questo passaggio è piccola per rapporto alla sua larghezza, fig. 7. Quelle per esempio dell' entrata del porto militare di Cherburgo, sviluppano due sistemi di flutti riflessi curvi che si propagano in tutti i sensi per tutta l' estensione del porto anteriore qualunque sia la direzione del vento.

È da temersi che la forma curva e convessa all' interno, che si è adottata per la gettata del nord del porto di Algeri, non divenga cagione di un effetto dello stesso genere, co' venti di ponente.

Se si trattasse di coprire una rada con una diga isolata, la forma più conveniente sarebbe quella di una serie di archi alternativamente concavi e convessi. L' adozione di una forma di questa specie per la diga di Cherburgo avrebbe probabilmente resi gli effetti del mare meno disastrosi, fig. 8. Costruendo un' opera preservativa di questo genere nelle vicinanze di un passaggio, bisognerebbe aver cura di rivolgere contro la direzione del vento dominante l' estremità dell' opera stessa più prossima al passaggio, per impedire che i flutti riflessi dalle curve convesse si propagassero nel canale, dove prenderebbero i bastimenti di traverso. Sarebbe anche prudente di provvedere a' mezzi di salvamento nelle curve concave, giacchè un piccolo battello che vi fosse accostato proverebbe tutti gli effetti del mareggio del quale abbiamo parlato di sopra per riguardo alle barche, e non potrebbe neanche far uso delle sue vele per ritirarsi, giacchè il deviamento del vento cagionato dalle pareti tenderebbe a respingerlo sempre in fondo alla curva.

Abbiamo descritto di sopra, a proposito del porto di Cherburgo, gli effetti del mare tra due gettate parallele. In un caso simile, il mareggio prodotto dal movimento in diversi sensi de' flutti incidenti e de' flutti riflessi, è molto incomodo per le barche; ma quando il mare è debolmente agitato, lo spezzamento continuo delle due serie di flutti, ne' loro punti d' incontro, impedisce all' agitazione di propagarsi nell' interno del porto con una intensità dannosa a' bastimenti. Avviene altrimenti quando il mare è fortemente sollevato dal vento, giacchè allora, ogni flutto occupando esso solo una gran parte del passaggio, le intersecazioni delle sommità de' flutti incidenti e riflessi sono più rare e non bastano più i frangenti per impedire alle ondulazioni di propagarsi a grande distanza duranti le tempeste, contro le quali è d' uopo sopra tutto premunirsi; un solo flutto occupa pure tutto il canale compreso fra le gettate, di modo che in vece del mareggio e dell' intersecazione de' flutti incidenti e riflessi, non si vede più altro che una ondulazione considerabile che si muove da un lato all' altro cambiando di forma per effetto di ogni riflessione su' paramenti delle gettate. Avviene anche taluna volta che questa ondulazione è troppo rotonda nella sommità per essere rotta presso un paramento a cagione del sollevamento dovuto alla riflessione, giacchè i marosi enormi che s' infrangono con violenza contro le gettate sotto l' azione del vento e della elevazione del fondo presso la costa, non s' introducono nel passaggio che sotto la forma di ondata la cui curvatura è allungata.

Questi diversi effetti del mare sono sensibili a Cherburgo, all' Havre, a Fécamp ed a' Dieppe, dove, secondo le circostanze, sono più o meno incomodi o pericolosi per le barche e pe' bastimenti, tanto ne' canali compresi fra le gettate che ne' porti stessi. Per diminuirli, si sono fatti de' tagli nelle gettate di molti porti del nord della Francia, avendo cura di costruire de' ponticelli di legno per lo alaggio nelle interruzioni, e di fare dietro a questi ponticelli de' recinti ne' quali si attirano i flutti fuori del canale per indebolirli. Il fondo di questi recinti è disposto secondo un piano inclinato.

D' ordinario i tagli di una delle gettate corrispondono quasi a' pieni della gettata opposta, disposizione che è d' accordo co' fatti che abbiamo finora indicati e che abbiamo cercato di spiegare, giacchè i tagli hanno per oggetto di far passare a traverso di uno de' lati del canale i flutti riflessi dal lato opposto, fig. 9. Ma per fissare convenientemente il sito di un taglio e la forma del recinto che l' accompagna, bisogna esaminare gli effetti della riflessione col procedimento grafico da noi precedentemente indicato.

Il porto di Dieppe ne offre un esempio, fig. 10 ed 11 (4). » Gl' ingegneri ed i marinai erano d' accordo intorno alla » posizione di una gettata a trafori (*claire-voie*) ed ai » suoi vantaggi probabili. Intanto gli effetti sono stati » dapprima contrarî a quelli che si aspettavano. Co' venti » dall' ovest al nord, il flutto è spinto nelle aperture e » riflesso nel canale. Per arrestarlo si è costrutto un muro » che ritorna in A. Il canale ed il porto sono divenuti » più calmi, ma il loro stato non è ancora soddisfacente. » Per fare rilevare questi fatti basta di segnare graficamente i flutti spinti dal vento nord-ovest, dopo che essi sono stati riflessi dal paramento del fondo del recinto posto indietro alle aperture. Diviene evidente, per la direzione di questo paramento, che questi flutti dovevano essere respinti nel canale e propagarvisi tanto più lungi, in quanto che dopo la loro prima riflessione essi venivano a colpire contro il paramento convesso della gettata dell' ovest.

Se il muro di recinto fosse stato costrutto secondo una

(4) Questi particolari sono ricavati dalle lezioni professate alla Scuola de' Ponti e Strade dal sig. Frissard ispettore di divisione (1844 - 1845), pag. 56.

curva concava nel genere di quella indicata dalla linea punteggiata DE, in modo da *concentrare la reazione dei flutti nell' interno del recinto* , è probabile che i trafori avrebbero meglio corrisposto alla loro destinazione.

A questo proposito faremo osservare che il tagliare il recinto in dietro de' trafori e secondo la linea BE , fig. 11 , non giova per distruggere l'agitazione del mare. Infatti : 1.° i trafori non discendono sino al fondo del canale, ma solo per un poco al disotto del pieno mare delle acque morte , in modo che il taglio non produce nessun effetto sino a che il mare non ha raggiunto quel livello; 2.° quando il mare si eleva abbastanza per coprire il basamento della gettata a trafori , la parete verticale sommersa di questo basamento conserva ancora influenza per sollevare i flutti che si estendono sul piano inclinato. Fintantochè questi flutti s' infrangono sul piano inclinato , ciò non presenta inconvenienti , se però la parete verticale non produce una reazione submarina che si propaga nel canale ; ma nelle grandi maree, quando i flutti rialzati dapprima per effetto del basamento e poi dal piano inclinato vanno a colpire il muro del fondo del recinto prima di essere infranti , la reazione verso il canale è ancora tanto grande quanto se non vi fossero trafori.

Perchè de'trafori producessero il migliore effetto possibile bisognerebbe : 1.° che il piano inclinato del recinto che li accompagna prendesse origine al livello del fondo del canale , o almeno a quello dell' altezza d' acqua che permette il passaggio a' più piccoli legni; 2.° che i flutti si estendessero liberamente sul piano inclinato senza incontrare ostacoli capaci di produrre una riflessione , e ciò qualunque fosse l' altezza della marea.

Se la disposizione de' luoghi non permettesse di dare contemporaneamente al piano inclinato una debole pendenza ed una estensione sufficiente per lo sviluppo libero de' flutti , bisognerebbe trovare modo di supplire a ciò.

Si potrebbe provare di far terminare il piano inclinato con una caduta DD, fig. 12 e 9, che i flutti superassero nello estendersi per ricadere in un serbatoio comunicante col porto. Si farebbero convergere le pareti del recinto verso la caduta per aumentare il rialzamento de' flutti e favorire il loro spezzamento.

Si potrebbe ancora sostituire al piano inclinato una superficie elicoidale HH , fig. 9 , contenuta tra due pareti convergenti , e sulla quale i flutti salirebbero girando sopra se stessi nello estendersi. Quando il mare fosse ad un livello molto elevato, si potrebbe far ricadere i flutti nel recinto stesso per sopra all' estremità E della superficie elicoidale.

Se lo spazio mancasse per usare questo mezzo e l' estensione della superficie inclinata fosse limitata , si cercherebbe di disporre la traccia delle pareti del fondo del recinto secondo una forma curva concava CC , fig. 9, in modo da concentrare le reazioni in questo recinto e distruggerle le une per mezzo delle altre , prima che fossero propagate nel canale.

Se si temesse che la traccia curva del paramento, che sarebbe efficace per una certa direzione del vento , non lo fosse egualmente per la direzione di tutti i venti pericolosi , o che la caduta di un fascio di acqua che si fosse infranto producesse nella massa d' acqua circostante una perturbazione capace di estendersi sino nel canale , si avrebbe ancora il mezzo di disporre sul piano inclinato de' filari di pali *spezza mare* PP, disposti in modo tale che i pali di un filare coprissero i vani dell' altro. Questi filari riuniti a due a due o a tre a tre , e situati in avanti de' paramenti per ricevere l' urto de' flutti sollevati dal piano inclinato , dividerebbero e spezzerebbero questi flutti nel momento del loro passaggio e scemerebbero notabilmente la violenza dell' urto e della reazione.

Noi abbiamo potuto scorgere i buoni effetti di questo procedimento a Saint-Malo, dove è stato usato nello scopo di attenuare l' urto del mare contro l' argine del Sillon. Crediamo che sia stato anche di recente adottato per diminuire l' effetto del mare su' piani inclinati del porto di Fécamp in addietro de' trafori tagliati nelle gettate.

Noi crediamo infine che gioverebbe di sostituire , nel fondo de' recinti che accompagnano i trafori, a'paramenti a superficie levigata de' paramenti a superficie scabra , come se tutte le pietre fossero tagliate a punta di diamante. Il mare sarebbe spezzato contro queste scabrosità e produrrebbe meno reazioni. Ciò ci sembra venire indicato dagli effetti del mare contro le scogliere , che producono sempre minor sollevamento e risacca che non i rivestimenti ben fatti ed i muri di banchina.

In generale , poichè non si può distruggere l' azione del mare innanzi alle opere che ricevono il suo primo urto, *si deve fare ogni sforzo per dirigere la reazione verso un luogo dove non riesca dannosa; e quando ciò non è possibile , si deve cercare di distruggere questa reazione sul luogo prima che si sia propagata ne' siti dove sarebbe pericolosa.*

Termineremo questo articolo con talune osservazioni sull' influenza combinata de' venti e della configurazione delle coste per agitare il mare.

Allorchè un vento incontra un ostacolo come un muro rettilineo e più o meno inclinato sulla direzione nella quale esso soffia , fig. 13 , le correnti aeree incontrando maggiori difficoltà a salire contro questo muro che a rivolgersi parallelamente ad esso , seguono questo secondo cammino , di modo che la riunione della corrente deviata col vento dominante produce all'estremità sottocorrente dell'ostacolo una corrente composta , la forza della quale varia secondo l' inclinazione dell' ostacolo relativamente al vento dominante. Ognuno ha notato questo fatto , osservando che la forza del vento è meno accresciuta all' estremità di un muro quasi perpendicolore alla direzione

nella quale esso soffia, che non è all' estremità di un muro che fa un angolo acuto con questa direzione.

Quando un ostacolo è curvo e rivolge la sua convessità dal lato donde viene il vento, la teoria e l' esperienza indicano ancora che la forza della corrente composta a ciascuna estremità dell'ostacolo è tanto più grande per quanto le tangenti a queste estremità hanno un' azione più prossima a quella del vento dominante. Basta fare il giro di una costruzione circolare, come l' estremo di un molo, per riconoscere che il vento ha una forza molto più grande nel punto di questa costruzione in cui la tangente è parallela alla direzione del vento dominante che in ogni altro.

Infine quando un ostacolo curvo rivolge la sua concavità verso il vento, le correnti aeree disviate da' due rami di questo ostacolo sono dirette verso l' elemento normale alla direzione del vento dominante, innanzi al quale arrivano con velocità opposte, e dove non potendo nè retrocedere nè contrastare al vento dominante che le spinge contro il paramento, si rialzano in colonna verticale sino a che abbiano sorpassato il livello della corona della costruzione. Allora sono curvate dalla corrente superiore del vento dominante e tratte con quello verso l' osservatore, che ne riceve un urto tanto più forte per quanto la massa d' aria che si precipita contro di lui è più considerabile.

Questo fenomeno è molto sensibile a Saint-Malo sulla banchina situata in dietro alla curva di accordo del molo des Noires col bastione S. Filippo, fig. 2, dove si ricevono al tempo stesso le correnti aeree sviate da questo bastione e quelle sviate dalla gran curva del molo. Si rimane generalmente sorpresi andando sul molo di poter resistere con pena al vento, nel suo innesto ed in direzione della curva di accordo, e di trovare in un momento la calma dopo aver passata questa curva per avanzarsi su quella che rivolge la sua convessità al vento del largo.

Queste diverse osservazioni, sulla riflessione delle onde ed il deviamento del vento, considerate sopra una più grande scala, ci sembra possano spiegare in una maniera razionale come, in taluni golfi, fatta astrazione dalla configurazione del fondo, la risacca sia più o meno considerabile secondo la forma del loro contorno e la direzione del vento, come questa risacca sia più forte ed in certo modo concentrata sopra un punto piuttosto che sopra un altro, e perchè questo punto sia talvolta situato a grande distanza dalle coste.

Queste medesime osservazioni spiegherebbero nello stesso modo, almeno in parte, come all' estremità de' promontorî rotondi i venti sieno più violenti ed i flutti più grossi, tanto per l' accrescimento della forza de' primi che per la coincidenza de' flutti incidenti e de' flutti riflessi nella direzione della tangente alla costa che è parallela al vento (5); e come ad una certa distanza dalla terra l' intersecazione de' flutti incidenti e de' flutti riflessi renda il mare tanto cattivo.

(5) Fig. 2, estremità del molo.

SUI PROGRESSI DELL' ARTE DELL' INGEGNERE

Discorso pronunziato dal sig. Villiam Cubbitt innanzi all' Istituto degl' Ingegneri Civili d' Inghilterra, in occasione della sua elezione a Presidente dell' Istituto medesimo (8 gennaio 1850).

(Civil Engineer and Architect's Journal. — Febbraio 1850).

Ponti tubulari (a). — Sebbene durante il trascorso anno non vi sia stata niuna straordinaria occasione che abbia richiesto i talenti e l' energia degli ingegneri, molte notabili opere sono state però terminate o hanno molto progredito verso il loro compimento; io toccherò brevemente di talune fra esse e se altre importanti non saranno rammentate, ciò dovrà attribuirsi al non averne gl' ingegneri recate le notizie innanzi all' Istituto, nè averle nemmeno incidentalmente nominate nelle discussioni. Tra queste opere, i ponti tubulari sul fiume Conway e sullo stretto di Menai riportano il primato per l' arditezza del concepimento, la scientifica semplicità del progetto e le difficoltà dell' esecuzione. Nel rammentare l' idea originale della disposizione più vantaggiosa di una certa quantità di materiale sotto la forma di un tubo; il più definito concetto di una trave vota tale da permettere il passaggio e sostenere il peso di una macchina locomotiva e di un convoglio; gli esperimenti per determinare l' opportuna distribuzione del materiale, onde prevenire la compressione e la rottura; le disposizioni per la costruzione e la fabbricazione di queste gigantesche masse di materiale; i mezzi di condurli a galla nella loro posizione e di sollevarli sino alla loro ultima destinazione, ad un' altezza di 102 piedi sopra del mare (alle alte acque delle maree di primavera); noi dobbiamo essere giustamente superbi di possedere fra noi l' uomo la cui vasta mente potè dare origine a questo magnifico progetto, e quindi compiere con tanto successso una parte dell' opera da non lasciar dubbio intorno alla sua totale riuscita. Il mondo già apprezza quanto deve questa grande intrapresa, e noi non dobbiamo rimanere indietro nell'attestare la nostra stima per l'ardito concetto del sig. Roberto Stephenson nell' idea originale, la sua scientifica abilità nel progetto e nell' ese-

(a) Ometteremo taluni cenni d' interesse particolare dell' Istituto che trovansi nel giornale inglese, ed aggiungeremo brevi note intorno alle opere di cui è parola nel discorso.

cuzione, e la sua cura ed avvedimento nel giovarsi dei talenti e dell' esperienza del sig. W. Fairbairn e del sig. Eaton Hodgkinson, le cui scientifiche investigazioni intorno alla forza del ferro fuso sono tanto note all' universale e tanto apprezzate nella nostra professione, e nell' affidare la costruzione generale e l'erezione al sig. Edwin Clarke. Noi possiamo guardare con orgoglio e parzialità ben perdonabile il merito di questi signori, giacchè i loro lavori parlano per essi. Per quanto vantaggiosi sieno i risultamenti di questa costruzione per facilitare una comunicazione importante, della quale avrò occasione di far cenno fra breve, essa è già stata estremamente utile per rivolgere l' attenzione sopra l' uso più generale del ferro battuto in casi ne' quali prima non si credeva applicabile, e si troverà che la sua introduzione in lavori di ogni genere diverrà più comune, secondo che il modo di usarlo sarà meglio conosciuto.

Rapporto sul ferro.—Qui mi si permetterà di dilungarmi per un istante, per richiamare l' attenzione sopra un soggetto di molta importanza per la nostra professione: Nell' anno 1847 fu creata una commessione (della quale io fui nominato membro) per investigare le condizioni che doveano serbarsi dagl' ingegneri, nell' applicazione del ferro, nelle costruzioni esposte a violenti scuotimenti e vibrazioni; e per cercare di determinare principî e forme tali, e di stabilire tali regole che potessero mettere l'ingegnere ed il meccanico, nelle loro rispettive attribuzioni, nel caso di applicare con fiducia il metallo, e che potessero chiarire, colla teoria e con l' esperienza, l' azione che avrebbe luogo, in diverse circostanze, ne' ponti di ferro che finora sono stati costrutti per le strade ferrate. Numerosi testimonî di grandi cognizioni teoriche ed esperienza pratica, furono esaminati dalla commessione, ed una serie molto interessante di esperimenti fu eseguita per determinare taluni punti relativi alla compressione statica, alla vibrazione, allo scuotimento ec. Il risultamento di questa laboriosa investigazione, è (secondo le parole del rapporto pubblicato) che « considerando essere stata l' attenzione degli ingegneri abbastanza risvegliata in riguardo alla necessità di dare una solidità soprabbondante alle opere delle strade ferrate, ed anche considerando la grande importanza di lasciare libero l'ingegno degli uomini scientifici per lo sviluppo di un soggetto ancora tanto nuovo e di un progresso tanto rapido quanto la costruzione delle strade ferrate, noi siamo di avviso che ogni atto legislativo riguardante le forme e le proporzioni delle costruzioni in ferro sarebbe sommamente inopportuno ». Sarebbe estraneo al mio proposito di distendermi sull' importanza di questa decisione; ma io debbo raccomandare alla vostra considerazione l' accurata lettura del rapporto.

I Porti di rifugio ora in progresso di costruzione sono opere di utilità nazionale. Quelli di Douvres e delle isole del Canale, diretti dal sig. Walker meritano particolare attenzione. Il primo ha già prodotto effetti straordinarî sulle correnti littorali e sul movimento del fondo sulle coste, e gli ultimi presenteranno al marinaio sbattuto dalla tempesta protezione là dove prima non attendeva che pericolo e morte. *Lo spezza flutti* innanzi all' isola di Portland è importante, non solo perchè utilizza una delle più belle baie delle nostre coste, ma anche come una immensa opera d' ingegnere, destinata ad essere quasi interamente eseguita col lavoro de' condannati, per la qual cosa diveniva necessario di renderne la costruzione semplice per quanto era possibile. Ciò è stato fatto dal sig. Rendel; il cui progetto è di formare lungo la posizione dello *spezza flutti* da eseguirsi, un palco di legno poggiato sopra sostegni a vite; su questo si stabiliranno le strade ferrate unite per mezzo di piani inclinati con le cave della collina, donde i convogli di pietre saranno tratti ed il loro contenuto sarà distribuito simultaneamente ed in regolare spessezza sopra date aree, ciò che permetterà di fare accurato compartimento de' grandi e de' piccoli materiali, e di far sollevare gradatamente l'intera massa sino alla superficie, essendo così sostenuta da se stessa, onde impedire che l' acqua porti via i materiali, come ciò è avvenuto in altre opere di simile natura. Il porto di Holyhead ed i nuovi *docks* di Leith e di Grimsby, anche diretti dal sig. Rendel, mostrano egualmente l' estensione de' suoi disegni e la sua abilità di esecuzione.

Fari. — In relazione con queste opere marittime possono nominarsi due fari, ambedue di notabile costruttura. Il primo è in ferro, ed è stato elevato dal sig. Walker sulla Bishop's Rock. Esso è situato a 30 miglia dal Land's End in Cornovaglia, ed a due miglia all' ovest del faro di St. Agnes, che probabilmente non sarebbe stato costrutto se i nostri antenati avessero avuta la facilità de' moderni per la esecuzione di opere di tal sorta. La sua posizione è più esposta alla forza de' flutti dell' Atlantico che quella del celebre faro di Eddystone, e la superficie dello scoglio è di natura tale che appena può ammettere una solida struttura. Fu perciò stabilito di elevare una costruzione che offrisse poco o niuno ostacolo a' flutti e che portasse un lume ad un' altezza tale che fosse utile per una grande estensione. Sei colonne vote di ferro fuso, con una forte spranga di ferro battuto in ciascuna di esse, conficcate per l' altezza di cinque piedi nello scoglio, formanti alla base un esagono di 30 piedi di diametro, e restringendosi al di sopra, sostengono all' altezza di circa 100 piedi l' abitazione di tre guardiani del faro con viveri e provvisioni per quattro mesi, ed il tutto è sormontato dalla lanterna. L' accesso all' abitazione si ha per mezzo di una colonna centrale di ferro fuso che contiene una scala spirale. Le difficoltà sormontate nell' esecuzione di questo ardito progetto possono appena comprendersi senza maggiori particolari, che però io spero vi saranno

presentati durante questa sessione. L' altro è un faro di pietra, chiamato di Skerryvore, innalzato dal sig. Allan Stevenson sopra un piccolo scoglio deserto, situato a circa 11 miglia all' ovest-sud-ovest dall' isola di Tyree ed a 90 miglia dalle spiagge della Scozia. Lo scoglio è esposto all' impeto dell' Atlantico settentrionale, ed è circondato da una quasi perpetua risacca. Il talento e la perseveranza dell' ingegnere gli permisero però di condurre a termine, senza che vi fosse a deplorare nessuna disgrazia, e nonostante le grandi difficoltà con le quali dovea contrastare, una costruzione le cui dimensioni eccedono di molto quelle de' celebri fari di Eddystone e di Bell Rock; il primo de' quali ha 68 piedi di altezza ed il secondo 100, mentre il faro di Skerryvore è alto 138 piedi e 6 pollici (b). Il merito della struttura, le difficoltà di esecuzione ed il sistema d' illuminazione, sono così compiutamente descritte nel ragguaglio pubblicato dal sig. Stevenson, che io trovo sufficiente d' indicare soltanto questa come una delle notabili opere del giorno, della quale abbiamo giusta ragione d' insuperbire.

Nella *Navigazione a Vapore* grandi sforzi si sono fatti da taluni de' principali ingegneri marittimi e costruttori di bastimenti in legno ed in ferro. Il risultamento è stato la costruzione di quattro battelli a vapore fabbricati dai sig. Mare, Miller, Thompson e Laird colle rispettive macchine costrutte da' sig. Seaward, Miller, Penn e Forrester, pel trasporto delle corrispondenze; e di un egual numero di macchine de' sig. Maudslay e Field, Forrester, e Bury in battelli costrutti da' sig. Wigram, Mare, Laird e Vernon pel trasporto de' passeggieri tra Holyhead e Dublino, che hanno raggiunta la velocità di 18 miglia all' ora, e compiono il passaggio in quattro ore. Con questi mezzi, allorchè il ponte tubulare Britannia sarà compiuto (c), il viaggio fra Londra e Dublino si farà in 11 ore. Questo è un considerabile avanzamento sull' opinione di pochi anni sono, quando fu detto che era possibile di percorrere quella distanza in 14 ore. Le eccellenti macchine de' sig. Maudslay e Field, e de' sig. Forrester e C., nei battelli a vapore di ferro costrutti dal sig. C. Mare e dal sig. J. Laird, hanno anche contribuito principalmente nel render possibile, come abbiamo di recente veduto, un viaggio da Parigi a Londra in otto ore e mezza; dando così un crollo all' oneroso sistema di passaporti, che prima si frapponeva tanto materialmente alla libera comunicazione, tanto necessaria all' utile scambievole de' due paesi. Nel compimento di questa rapida comunicazione con Parigi mi si permetterà di sentire qualche orgoglio, giacchè nella mia qualità d' ingegnere della strada ferrata del Sud-Est, e nelle mie relazioni di professione con quella di Boulogne ed Amiens, la possibilità di rendere più spedito il viaggio tra le due capitali aveva sempre occupata la mia mente; e sin dal mese di giugno 1843, prima che gli attuali rapidi battelli fossero situati nel passaggio, io intrapresi e riuscii di portare i direttori ed i loro amici da Londra a Boulogne e di riportarli in Londra fra le sei del mattino e le 10 della sera, con un intervallo sufficiente per un pubblico ricevimento in Boulogne. Tra i costruttori di battelli a vapore merita particolar menzione il sig. Scott Russell, per la riuscita investigazione ed applicazione delle linee delle onde alla forma de' legni, cosicchè le curve di minore resistenza possono applicarsi ad un legno la cui estrema o massima velocità si è prima determinata; e così, forti velocità e facile movimento nell' acqua possono ottenersi, mentre si giugne con certezza ad una data immersione. Questi effetti furono notabilmente mostrati nel *Manchester*, battello per trasportare passeggieri attraverso l' Humber a New-Holland, e nell' altro battello *Sheffield*, costrutto da' sig. Rennie, che son divenuti veri ponti galleggianti, che rendono compiuta la linea della strada ferrata di Manchester, Sheffield e della contea di Lincoln, e trasportano il contenuto de' convogli da un punto all' altro colla velocità di circa sedici miglia all' ora.

Sul proposito di questa strada ferrata dobbiamo far menzione del gran pontone costrutto recentemente da' sig. Wilson e C. (di Leeds), sul progetto e sotto la direzione del sig. John Fowler. Questo immenso battello di ferro, lungo quattrocento piedi, largo cinquanta ed alto otto piedi, con un' area di coperta di venti mila piedi quadrati, serve come sbarcatoio galleggiante per que' celeri battelli a vapore del passaggio, rendendo i convogli della strada ferrata indipendenti dalla marea e dalle melmose sponde dell' Humber (d).

(b) Il celebre faro di Eddystone fu costrutto dal rinomato Smeaton dal 1757 al 1759; esso poggia sopra uno de' scogli dello stesso nome situato nel Canale Brittannico a circa 14 miglia inglesi al sud-sud-ovest di Plymouth, ed a circa 10 miglia dalla più prossima costa. La fondazione della torre e formata di pietre unite fra loro con incastri a coda di rondine; il suo diametro è di 28 piedi alla base e 15 alla cima. — Il faro di Bell Rock, costrutto dal signor Allan Stevenson come quello di Skerryvore, ha 42 piedi di diametro alla base e 16 alla cima; esso costò 60 000 lire sterline. — Il faro di Skerryvore, terminato nel 1844, ha 42 piedi di diametro alla base e 15 alla cima ed è costato 87 429 lire. — *Dall' Engineer's and Contractor's Pocket Book for 1850.*

(c) L' apertura definitiva del ponte Britannia ha avuto luogo a' 21 ottobre ultimo con perfetto successo.

(d) Questo pontone è unito alla banchina per mezzo di due piattaforme o ponti tubulari, in modo che i viaggiatori discendono dal convoglio della strada ferrata e vanno sino a' battelli al coperto. Esso fu varato il giorno 4 gennaio 1850, andando a porsi nel sito preciso ad esso destinato, e mostrando così la diligenza e l' esattezza delle disposizioni dell' ingegnere.

La superficie di questo sbarcatoio è quasi metà di una costruzione in certo modo simile, eseguita qualche tempo prima sopra mio progetto e sotto la mia direzione a Liverpool, e della quale sarà preparata una descrizione e i disegni per una prossima tornata dell' Istituto, come un'arra della mia intenzione di porre in pratica ciò che ho cercato di persuadere a tutti quelli, i quali non solo hanno le notizie, ma anche il potere di comunicarle a vantaggio de' loro compagni di professione.

Si è ancora costrutto un certo numero di be' battelli a vapore pel governo, per compagnie private, e per paesi stranieri, ne' quali le belle macchine di Maudsley e Field, Miller, Seaward, Penn, Napier, Rennie ed altri hanno pienamente mantenuta la loro riputazione europea.

Strade ferrate. — Questo schizzo incompleto delle opere dello scorso anno, non ha sinora toccato un vasto soggetto, il sistema delle strade ferrate, verso il compimente del quale molto si è progredito negli ultimi dodici mesi, senza quel pubblico eccitamento che accompagnava i suoi progressi anteriori. Vi sono ora circa cinque mila e cinquecento miglia di strade ferrate nella Gran Brettagna, che costano circa duecento venti milioni di lire sterline, la quale immensa somma, tratta da private sorgenti, è stata sparsa nel reame, incoraggiando in grado straordinario l'industria produttiva di ogni specie, e cagionando un rivolgimento in tutte le transazioni mercantili e le relazioni sociali. La macchina a vapore ed il telaio meccanico sono stati riguardati dagli economisti di mente temperata, come le vere sorgenti del potere e dell' influenza della Gran Brettagna, e sebbene il valore dei suoi figli, ne' due rami, militare e navale, sia stato più apparente all' universale, e sia stato veramente d' inestimabile prezzo allorchè era chiamato in azione, le classi produttive costituiscono però la vera forza del paese. L'esempio dell' Inghilterra nell' abbandonare arditamente le più belle strade e nell' adottare per tutta l' estensione del paese una rete di vie di ferro, sulla quale, per mezzo del vapore, i passeggieri e le mercanzie sono trasportati con una velocità tale, che quando fu per la prima volta annunziata sembrò al mondo più che visionaria, prima empì di stupore i nostri vicini del continente, e poi eccitò la loro imitazione, cosicchè in pochi anni con questo nuovo potere, le relative posizioni degli stati continentali sono cangiate, e l' ultimo effetto sarà quello di promuovere bisogni, e quindi civiltà, nelle più remote contrade della terra.

Se ciò è vero, noi siamo naturalmente condotti ad indagare quali furono gli autori di questo grande rivolgimento, quali menti concepirono e quali forze eseguirono questi vasti progetti, contrariati e raffrenati come dovevano esserlo da coperti interessi da un lato, e dalla necessità di porre in azione un' intera nazione prima che una mutazione di tanto momento avesse potuto avere effetto. La risposta o signori deve sorgere spontanea da tutti voi. Gl' ingegneri civili e meccanici sono stati i grandi attori in questo interessantissimo capitolo della storia sociale del nostro paese; e se dobbiamo guardare indietro quasi con riverenza allo splendido aringo percorso da Arkwright, Brindley, Smeaton, Jessop, Mylne, Ralph Walker, Dodd, Watt, Telford, Rennie ed una folla di altri illustri nomi, noi possiamo con eguale orgoglio guardare all' intorno gli uomini del nostro tempo la cui voce ha spesso risuonato fra queste mura, per istruirci e stimolarci nel cammino che essi hanno con tanto successo seguito; taluni ci sono stati tolti, ma i nomi di Rennie, Walker, Stephenson e Brunel sono ancora fra noi, ed hanno lasciato degni rampolli per compiere l'opera che essi così nobilmente cominciarono. Un gran dovere ci han lasciato gli estinti, il ricordare cioè le loro opere e le nostre; e rammentiamo che se vogliamo tramandare i nostri nomi alla posterità, come utili membri della società, dobbiamo rendere quest' Istituto depositario de' ragguagli delle nostre opere, cosicchè il futuro storico trovi ne' nostri archivî non solo la notizia delle opere stesse, ma anche quella degli uomini che le concepirono e le eseguirono, ed ai quali tanto deve il paese.

Pe' più giovani membri della professione, molti dei quali hanno già dato indizio d' ingegno e di forza augurando bene della loro fama futura, un vasto campo è aperto nella quistione sanitaria, che abbraccia il soggetto de' canali e del prosciugamento, i lastricati, l' illuminazione e la nettezza delle città; il modo più economico e più copioso per provveder l' acqua ed il gas; ed in unione cogli architetti, il miglioramento delle dimore della classe operaia, lo stabilimento di bagni e lavatoi e l'introduzione de' macelli.

In quest' ultima parte della quistione, le strade ferrate dovrebbero avere una parte importante; giacchè se il loro stabilimento ha creato un desiderio o una necessità di viaggiare, ed ha prodotti grandi cambiamenti nelle transazioni del commercio, sopprimendo la necessità di una terza persona tra il fabbricante e il trafficante, deve sembrar possibile di usare le medesime facilità per portare dalle campagne grandi quantità di nutrimento animale pronto per la vendita, invece di portar gli animali vivi per essere macellati in una popolosa città, ed introdurre industrie nocive ed insalubri, per l' uso delle parti che non sono proprie al vitto. Se, come ce ne hanno di recente informati i giornali, vi è una grande differenza ne' prezzi delle vettovaglie tra Londra e le altre città delle province, l' aiuto delle strade ferrate potrebbe essere invocato, e gli stessi produttori dovrebbero esser lieti di giovarsi di un mezzo di provvedere la capitale, in modo tale che presto eguaglierebbe i prezzi generali.

Gl' ingegneri sono sempre stati i veri riformatori sanitarî, come essi sono gli originatori di ogni progresso; tutti

i loro lavori tendono al miglioramento de' loro simili; e sebbene ne' tempi trascorsi l' introduzione delle macchine fosse guardata con gelosia, l' educazione ha ora felicemente cagionata una più giusta appreziazione delle loro fatiche; infatti essi meriterebbero i più alti encomî se non per altro per l' applicazione del vapore, il quale, in produzione soltanto, rappresenta ora la forza di quaranta milioni di esseri umani, i quali, se pure avessero potuto compiere il lavoro, sarebbero stati abbassati per questo al livello di semplici animali, invece di creature pensanti, destinate a rappresentare ciascuna la sua parte nell' intero sistema della vita sociale.

Le gravi dimande fatte all' invenzione ed all' abilità degli ingegneri ne' passati anni per la costruzione di opere per le strade ferrate, han lasciato loro poco tempo per dedicarsi a' progressi della parte meccanica e commerciale delle diverse linee. Un campo esteso è però ora aperto per l' esercizio de' talenti e dell' abilità di professione, per perfezionare l' applicazione della forza motrice, e di tutte le macchine per lo stabilimento di una strada ferrata; ed è ragionevolmente da attendersi che l' opportunità presentata alle compagnie delle vie di ferro, di richiamare sopra tali quistioni le più alte capacità di professione del paese, produrrà non solo una grande economia nella spesa delle opere, ed una maggiore efficacia nelle disposizioni generali, ma condurrà a miglioramenti radicali nelle costruzione e nel mantenimento delle parti atte a distruggersi della, così detta, *via permanente* e così porrà un termine alla quistione del consumo, oggetto che ora è d' importanza quasi vitale per le strade ferrate.

Io sento o signori che, per quanto questo schizzo sia imperfetto e fatto in fretta, il soggetto mi ha tratto molto al di là de' limiti che io mi era prima prefissi, ed io domando la vostra indulgenza per avere occupato tanto tempo utile. Troverete però che io non abuserò più in questo modo della vostra pazienza, e ringraziandovi ripetutamente dell' onore conferitomi, assumerò gli obblighi del mio uffizio e procederò nell' ordine regolare delle tornate serali.

Costruzione di archi con cunei voti di ferro fuso.

(*Civil Engineer and Architect's Journal.—Giugno 1850.*)

Nella costruzione de' ponti di ferro fuso, l' uso generale è stato finora quello di formare una centina che cavalcava l' intera luce col mezzo di uno o più pezzi in forma di arcone o altrimenti, i quali arconi erano consolidati da frecce trasversali, da tiranti diagonali e da razze; adottando così sino ad un certo punto il sistema seguito nella costruzione di molti ponti di legno a centine prima che il ferro fosse usato per tutte le parti di simili opere. Questo senza dubbio è un eccellente modo di costruzione; ma si è osservato che adottando il sistema usato ne' ponti in pietra, e facendo i cunei di ferro fuso e voti, si otterrebbe un ponte meno costoso e più facilmente costrutto, giacchè questo sistema possiede molti vantaggi particolari e può essere adoperato non solo per archi di piccola estensione, ma anche per grandissime luci.

Nel sistema a centina gli arconi, i tiranti, ec., sono in generale molto pesanti, richiedono molta mano d'opera per la loro costruzione, sono molto difficili a fondersi, e dopo che buone fusioni siensi ottenute sono molto esposti ad essere danneggiati prima di porsi in opera; obbligando così a nuove fusioni ed aumentando molto la spesa, pel rischio e pel ritardo. Nel sistema proposto, i pezzi da fondersi divengono di dimensioni ordinarie, richiedono minor mano d' opera, sono più facilmente costrutti, molto leggieri e facili a maneggiare, e corrono minor rischio di esser danneggiati; ed ancorchè un certo numero di cunei si guastasse, la spesa che essi cagionerebbero sarebbe molto piccola al paragone di quella cui dà luogo il guasto di un grosso pezzo. Questi cunei si eseguono con minore spesa, essendo spesso il costo per una tonnellata di questa specie di fusione poco maggiore della metà di quello dell' altra; inoltre, con una giudiziosa disposizione ed economia, nessuno o almeno poco aumento vi sarebbe, nella quantità di metallo usato, nel proposto sistema sopra il sistema a centine.

Tanto ne' tempi antichi che ne' moderni si è fatto uso di mattoni voti nella costruzione degli archi, specialmente quando si voleva ottener leggerezza, e non si doveva sostener molto peso, poichè questi mattoni erano facilmente schiacciati. Col ferro fuso non si è però nello stesso caso, giacchè esso è estremamente incompressibile essendo il peso che produce lo schiacciamento, per un pollice quadrato di ferro fuso, di 140 000 libbre, mentre che de' buoni mattoni sono schiacciati da sole 12 000 libbre, e chè nella pietra il peso che produce lo schiacciamento varia, secondo la qualità, da 3 166 a 8 250 libbre. Giacchè i mattoni voti sono stati adoperati con successo, è facile il comprendere che cunei voti formati di una materia tanto forte ed incompressibile quanto il ferro fuso saranno anche usati con successo, non solo per piccoli archi ma anche per quelli di grande corda.

È ora un principio stabilito che, quando i materiali che compongono un arco sono solidi abbastanza per resistere alla compressione, e che le spalle sono forti a sufficienza per non essere schiacciate o rovesciate, non vi è un limite particolare per la corda dell' arco medesimo se esso è opportunamente costrutto. Quindi, nessuna sostanza essendo incompressibile, ne segue che deve

esservi un limite oltre il quale l'arco si distrugge da se, ma che questo limite sarà maggiore o minore secondo la solidità de' materiali adoperati nella costruzione. Un arco di granito potrà avere una corda maggiore di uno di buona pietra viva ed anche molto più grande di uno di pietra viva di qualità inferiore o di mattoni non cotti a sufficienza. E seguendo lo stesso principio, con cunei voti di ferro fuso si potrebbe giungere ad una corda maggiore che con tutti questi altri materiali.

Oltre al vantaggio che presentano i cunei di ferro fuso per l' estrema solidità, ve n'è un altro, quello della leggerezza, giacchè questi cunei possono farsi abbastanza più leggieri di quelli di pietra anche conservando una solidità sufficiente per resistere alla pressione richiesta. Il peso del materiale in un arco di ferro fuso sarebbe da $1/4$ ad $1/5$ di quello di uno in pietra, supponendo l'altezza dei cunei la stessa in ambedue, il che non sarebbe però necessario, dappoichè pe' cunei di ferro una minore altezza sarebbe sufficiente, e quindi il peso sarebbe considerabilmente diminuito e la pressione sarebbe più uniforme sull' intera superficie de' letti de' cunei, essendo la superficie de'pezzi fusi molto più levigata ed uguale di quella delle pietre di un arco, le quali, meno in pochi casi del tutto particolari, sono in generale lavorate soltanto a martello.

Inoltre, nel sistema a centina usato d' ordinario, la pressione cade sopra una piccolissima superficie, il che non avviene nel sistema proposto; l'uso di ferro malleabile è interamente evitato, avendosi soltanto un arco di ferro fuso, ciascuna parte del quale contribuisce nella debita proporzione alla resistenza; formando una massa solida e compatta che possiede tutti i vantaggi di un arco in pietra.

Prendendo in considerazione tutti questi requisiti, cioè l'estrema solidità del materiale usato, la diminuzione di peso e la maggior perfezione de' letti de' cunei al paragone degli archi di pietra, e la grande estensione della superficie degli appoggi paragonata a quella del sistema a centine, non è certamente irragionevole il dire, che un arco di questo sistema può non solo esser portato a maggiore estensione di ogni altro finora costrutto in pietra, ma anche sino a quella degli altri costrutti in ferro col sistema a centine, e forse al di là. Nel ponte di Grosvenor, sul fiume Dee a Chester, si è costrutto con successo un arco in pietra di 200 piedi di corda; e nel ponte di Southwark sul Tamigi in Londra, che è formato in ferro fuso sul sistema a centine, l'arco centrale è di 240 piedi di corda; ma co' cunei voti di ferro fuso, un arco eguale ed anche eccedente questa corda può essere con sicurezza eseguito.

In un arco costrutto secondo questo principio si può anche fare un pezzo risaltato lateralmente a ciascun cuneo, da adattarsi in una corrispondente cavità nel cuneo adiacente. Con questo mezzo il tutto è più solidamente connesso, formando una serie d' incastri nell' intiera costruzione, ed opponendosi ad ogni tendenza dell' arco a sollevarsi ne' fianchi e di qualcuno de' cunei a scorrere lungo il letto. È questo un vantaggio importantissimo e che in un arco di ferro fuso può ottenersi con poco o nessun aumento di spesa.

La forma de' cunei può esser simile a quella de' ponti in pietra, colla sola aggiunzione di questi risalti e cavità (vedi tav. IX, fig. 14 e 15) ovvero, dove si richiede maggior resistenza, i cunei possano farsi come sono indicati nella fig. 16.

Perchè i cunei fossero solidamente connessi, per mezzo degli incastri de' quali si è parlato, non sarebbe, in tutte le occasioni, necessario che essi fossero messi l' uno in contatto coll' altro, ma potrebbero esser tenuti ad una piccola distanza, come si vede nella fig. 17. Con questo mezzo, mentre l' arco potrebbe esser fatto ancora abbastanza solido, vi sarebbe un risparmio considerabile di materiale.

In quanto alla grossezza del metallo, per le corde piccole e le medie, essa può essere da $1/4$ a $3/4$ di pollice; e per le grandi corde la grossezza di un pollice sarà sufficiente, avendo cura che le facce de' cunei parallele al fronte dell'arco sieno più grosse delle facce normali. Per dare anche maggior grossezza alle prime senza aumento di metallo le ultime possono farsi traforate.

Nei luoghi dove la pietra non può facilmente aversi, i ponti potrebbero costruirsi con questo sistema con una spesa molto moderata, mentre sarebbero al tempo stesso solidi e durabili. I timpani e le spalle potrebbero costruirsi di quei materiali che meglio potessero trovarsi; giacchè questi ponti possono terminarsi come quelli di pietra o altrimenti, secondo la volontà de' costruttori e i mezzi che presentano i luoghi.



PRINCIPII GENERALI

Secondo i quali si debbono disporre le opere de' canali di navigazione, sotto il punto di vista della frequenza del transito de' battelli.

Pel sig. Comoy ingegnere in capo de' Ponti e Strade.

(Annales des Ponts et Chaussées. — 1849.)

(Continuazione, vedi pag. 108.)

CAPITOLO XI.

Della frequenza di transito nel caso di sostegni semplici accollati.

Quando più vasche di sostegni sono accollate le une alle altre, la navigazione vi si pratica in diversi modi.

Si può far passare alternativamente un battello che sale ed un battello che scende; o pure si fanno passare di seguito, in convoglio, molti battelli che scendono, e così proseguendo, regolando il numero de' convogli secondo i bisogni della navigazione.

L' uno o l' altro modo di passaggio si usa secondo il numero delle vasche accollate e secondo l' importanza di movimento del commercio.

Noi passeremo a calcolare in ciascun caso il valore della cifra della frequenza, e la paragoneremo a quella dei sostegni isolati.

Per poter paragonare questi diversi risultati, noi supporremo che i sostegni accollati abbiano delle cadute uguali tra loro ed uguali a quelle de' sostegni isolati.

Primo caso. Noi supporremo che i battelli che salgono e quelli che scendono si alternino al passaggio de' sostegni isolati.

Sia T la durata quotidiana della navigazione;

τ il tempo impiegato per avvicinare un battello a' sostegni accollati; più quello che si perde per difetto di coincidenza tra l' arrivo del battello e le manovre del sostegno;

τ' il tempo impiegato per far entrare un battello nella prima vasca e farlo uscire dall' ultima, o per farlo passare da una vasca all' altra;

τ'' il tempo impiegato per aprire e chiudere un paio di porte dei sostegni;

t' il tempo impiegato a riempiere o votare un metro di altezza della vasca;

n il numero delle vasche o crateri;

x la caduta comune a tutte le vasche.

Si conoscerà facilmente, che la durata del passaggio, per tutte le vasche accollate, di un battello, sia che salga sia che scenda, è:

$$\tau + (n + 1)(\tau' + \tau'') + nt'x,$$

espressione che può esser messa sotto la forma:

$$\tau + \tau' + \tau'' + n(\tau' + \tau'' + t'x).$$

Per conseguenza la frequenza del transito sarà data dalla formola:

$$F = \frac{T}{\tau + \tau' + \tau'' + n(\tau' + \tau'' + t'x)} \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Applichiamo questa formola a' canali a sezione media in Francia. Noi supporremo come prima:

$$T = 720 \text{ minuti},$$
$$t' = 1 \text{ minuto } \tfrac{1}{2}.$$

In oltre, prendendo da' dati del capitolo VI i valori di τ, τ' e τ'', ed osservando che il tempo perduto per mancanza di coincidenza tra l' arrivo del battello e le manovre del sostegno non si applica qui che ad un sol battello, e non deve esser per conseguenza che la metà di quello che noi abbiamo usato al capo VIII si trova:

$$\tau = 5 \text{ minuti},$$
$$\tau' = 2 \text{ minuti},$$
$$\tau'' = 1 \text{ minuto}.$$

L' equazione (5) diventa allora:

$$F = \frac{720}{8 + n(3 + 1.50.\ x)}$$

Noi calcoleremo i valori di F per molti casi di vasche accollate, supponendo che il numero delle vasche varii da due a cinque. Dando ad x differenti valori in ciascun caso, si trovano per F quelli che sono riportati nel quadro seguente:

CADUTE DEI SOSTEGNI.	VALORI DI F NEL CASO DI SOSTEGNI ISOLATI, TRATTI DAL CAP. VIII.	VALORI DI F NEL CASO DI VASCHE ACCOLLATE, SUPPONENDO CHE I BATTELLI CHE SALGONO E SCENDONO PASSINO ALTERNATIVAMENTE, E PER			
		$n=2$	$n=3$	$n=4$	$n=5$
metri.	battelli.	battelli.	battelli.	battelli.	battelli.
0. 50	64. 00	46. 45	37. 40	31. 30	26. 88
1. 00	60. 00	42. 35	33. 48	27. 69	23. 61
1. 50	56. 47	38. 92	30. 31	24. 83	21. 02
2. 00	53. 33	36. 00	27. 69	22. 50	18. 95
2. 50	50. 53	33. 48	25. 48	20. 57	17. 24
3. 00	48. 00	31. 30	23. 61	18. 95	15. 82
3. 50	45. 71	29. 38	21. 98	17. 56	14. 62
4. 00	43. 64	27. 69	20. 57	16. 36	13. 58

Si vede quale gran diminuzione di frequenza producono i sostegni accollati quando si fanno alternare i battelli che salgono e quelli che scendono; questa diminuzione è tanto più grande per quanto la caduta de' sostegni è maggiore e per quante più vasche accollate vi sono.

Questo risultato può esser preveduto; perchè col passaggio alternato de' battelli che salgono e che scendono, una riunione di vasche accollate può esser paragonata ad un sostegno unico con caduta molto più forte delle altre, e questa circostanza cagiona necessariamente una diminuzione nella cifra della frequenza del transito.

È dunque impossibile, facendo alternare i battelli che salgono e scendono ne' sostegni accollati, di farvi passare tutt' i battelli che possono passare pe' sostegni isolati, anche quando non vi sono che due vasche accollate, e per quanto piccola sia la caduta comune a tutt' i sostegni. Non si può adottare questo modo di passaggio de'battelli pe' sostegni accollati che quando la frequenza nel canale non giunga al massimo delle capacità de' sostegni isolati, e non oltrepassi le cifre date, per ciascun caso, dal quadro precedente.

Secondo caso. Esaminiamo intanto ciò che diventa la frequenza in una riunione di sostegni accollati quando si fan passare successivamente in convoglio i battelli che salgono e quelli che scendono.

Indicheremo con K il numero de' convogli che passano ogni giorno.

Gli altri elementi del calcolo T, τ, τ', τ'', t', n e x avranno lo stesso significato che nel caso precedente.

La durata del passaggio del primo battello di ciascun convoglio, considerato isolatamente, sarà come per un battello del caso precedente:

$$\tau + \tau' + \tau'' + n\,(\tau' + \tau'' + t'x).$$

Il secondo battello del convoglio potrà esser introdotto nella prima vasca quando il primo passerà dalla seconda vasca nella terza. Vi sarà dunque tra l'origine della manovra di questi due battelli: 1.° il tempo impiegato ad avvicinare il secondo battello al sostegno; 2.° quello impiegato a riempiere due vasche ed a fare passare due volte un battello da una vasca nell' altra. In conseguenza il tempo che passerà tra l' uscita del primo battello e quella del secondo sarà rappresentato da:

$$\tau + 2\,(\tau' + \tau'' + t'x).$$

Lo stesso intervallo di tempo vi sarà tra l' uscita del secondo battello, e quella del terzo; e così di seguito.

La durata del passaggio d' un convoglio è $\frac{T}{K}$. Dopo il passaggio del primo battello, resta pel passaggio de'battelli seguenti, un tempo rappresentato da:

$$\frac{T}{K} - [\tau + \tau' + \tau'' + n\,(\tau' + \tau'' + t'x)].$$

E durante questo tempo potrà passare un numero di battelli rappresentato da:

$$\frac{\frac{T}{K} - [\tau + \tau' + \tau'' + n\,(\tau' + \tau'' + t'x)]}{\tau + 2\,(\tau' + \tau'' + t'x)}$$

Il numero totale de' battelli che si può far passare per ciascun convoglio si comporrà del primo, più del numero de' battelli calcolati innanzi, che potrà passare dopo il primo. Questo numero totale sarà dunque:

$$1 + \frac{\frac{T}{K} - [\tau + \tau' + \tau'' + n\,(\tau' + \tau'' + t'x)]}{\tau + 2\,(\tau' + \tau'' + t'x)}$$

Per conseguenza la frequenza totale giornaliera o il numero totale de' battelli di tutt' i convogli sarà:

$$F = K + \frac{T - K\,[\tau + \tau' + \tau'' + n\,(\tau' + \tau'' + t'x)]}{\tau + 2\,(\tau' + \tau'' + t'x)}$$

o riducendo:

$$F = \frac{T - K\,(\tau' + \tau'') - K\,(n-2)(\tau' + \tau'' + t'x)}{\tau + 2\,(\tau' + \tau'' + t'x)} \quad . \; . \; (6)$$

Noi applicheremo questa formola a' canali con sezione media di Francia, e supporremo, come prima, che:

$$T = 720 \text{ minuti},$$
$$t' = 1 \text{ minuto } {}^1/_2.$$

Il valore di τ deve esser più piccolo di quello del caso precedente: 1.° perchè quando molti battelli che camminano nello stesso senso passano di seguito per un sostegno, non è necessario di far fermare il battello che attende la sua volta per passare così lontano dal sostegno quanto allorchè si fa passare alternativamente un battello che sale ed uno che scende; 2.° perchè i battelli che devono costituire ciascun convoglio sono tutti riuniti ordinariamente in una stazione in vicinanza del sostegno e per conseguenza pochissimo tempo si perde per difetto di coincidenza tra l' arrivo de' battelli e le manovre del sostegno

Per tutte queste cause noi ammetteremo che:

$$\tau = 2 \text{ minuti},$$

Conserveremo per gli altri elementi i valori indicati precedentemente, cioè:

$$\tau' = 2 \text{ minuti},$$
$$\tau'' = 1 \text{ minuto}.$$

Infine supporremo che si facciano quattro convogli ogni giorno, e che sia perciò $K = 4$.

L' equazione (6) diverrà allora:

$$F = \frac{708 - (n - 2)(12 + 6x)}{8 + 3x}$$

Calcoleremo, come precedentemente, i valori di F facendo variare il numero delle vasche accollate da 2 a 5. Dando in ciascun caso differenti valori ad x si trovano per F quelli che sono riportati nel quadro seguente:

CADUTE DE' SOSTEGNI.	VALORI DI F NEL CASO DI SOSTEGNI ISOLATI, TRATTI DAI CAP. VIII.	VALORI DI F NEL CASO DI VASCHE ACCOLLATE SUPPONENDO CHE SI FACCIANO QUATTRO CONVOGLI OGNI GIORNO, E PER			
		$n = 2$	$n = 3$	$n = 4$	$n = 5$
metri.	battelli	battelli.	battelli.	battelli.	battelli.
0. 50	64. 00	74. 53	72. 95	71. 37	69. 79
1. 00	60. 00	64. 36	62. 73	61. 09	59. 45
1. 50	56. 47	56. 64	54. 96	53. 28	51. 60
2. 00	53. 33	50. 57	48. 86	47. 14	45. 43
2. 50	50. 53	45. 68	43. 93	42. 19	40. 45
3. 00	48. 00	41. 65	39. 88	38. 12	36. 35
3. 50	45. 71	38. 27	36. 48	34. 70	32. 92
4. 00	43. 64	35. 40	33. 60	31. 80	30. 00

Questo quadro dimostra che la capacità per la frequenza del transito de' sostegni accollati, anche facendo passare di seguito molti battelli che vadano nello stesso senso, è generalmente più piccola di quella de' sostegni isolati con eguale caduta. Non vi è uguaglianza tra le cifre di frequenza nello esempio scelto, che per le cadute molto piccole, da $1^{m}.50$ ad 1 metro. Come abbiam di già osservato, la diminuzione di frequenza è tanto più grande per quanto più grande è la caduta del sostegno e per quante più vasche accollate vi sono.

Nondimeno la frequenza del transito è molto maggiore, per le stesse cadute e lo stesso numero di vasche, quando si fanno passare i battelli in convoglio, che quando si fanno alternare i battelli che salgono e quelli che scendono al passaggio de' sostegni accollati. Vi ha pure un certo numero di casi ne' quali la navigazione per convogli potrebbe dare a' sostegni accollati una frequenza di transito eguale a quella de'sostegni isolati di egual caduta, aumentando un poco, secondo il bisogno, la durata quotidiana della navigazione.

Ma in questi casi favorevoli, quando la capacità del canale, sotto il rapporto della frequenza di transito, non è diminuita per la presenza de' sostegni accollati, questi sostegni presentano ancora un inconveniente che merita di esser preso in considerazione. Essi aumentano il tempo che i battelli considerati isolatamente impiegano a percorrere il canale, e questo aumento è almeno eguale, per ogni battello, a tutta la durata di un convoglio.

Epilogo.

Rimane stabilito per ciò che precede: 1.° che facendo alternare i battelli che salgono e quelli che scendono al passaggio de' sostegni accollati, non si può mai ottenere per questi sostegni la stessa frequenza che pe' sostegni isolati della stessa caduta; 2.° che riunendo i battelli per farli passare pe' sostegni accollati in convogli ora salenti ed ora discendenti, la frequenza di transito per questi sostegni è generalmente inferiore a quella de' sostegni isolati di egual caduta; le cifre della frequenza non sono uguali che per cadute piccolissime, e che si son trovate in un esempio particolare da $1^{m}.50$ ad 1 metro secondo il numero delle vasche accollate; 3.° che anche nel caso favorevole, quando i sostegni accollati conservano la stessa capacità di frequenza di transito de' sostegni isolati, essi presentano l' inconveniente di cagionare ritardo nel cammino dei battelli considerati isolatamente, e di aumentare il tempo che ognuno di essi impiega per percorrere tutto il canale.

Conchiudiamo dunque che in generale bisogna evitare di accollare i sostegni gli uni appresso agli altri su' canali con sostegni semplici.

Vi sono, come abbiam visto, alcuni casi ne'quali la capacità di frequenza de' sostegni accollati essendo di poco inferiore a quella di sostegni isolati, si potrebbero rendere eguali la quantità di mercanzie alla quale i sostegni accollati ed i sostegni isolati possono dar passaggio, au-

mentando un poco la durata giornaliera della navigazione in questi ultimi. Ma ciò non può ammettersi che dentro limiti molto ristretti; perchè la navigazione di notte pei sostegni accollati presenta grandi difficoltà per la necessità di conservare in ciascuna vasca il prisma dell'acqua di flottazione. Vi sarebbe qualche pericolo a praticare costantemente questa specie di navigazione.

Perciò se sopra un canale molto frequentato le circostanze del luogo avessero reso l'uso di molte vasche accollate inevitabile, e se tanto la caduta de' sostegni che il numero delle vasche rendesse la capacità della frequenza di questi sostegni accollati più piccola di quella de' sostegni isolati, il miglior mezzo di fare sparire gl' inconvenienti d' un simile passaggio sarebbe di costruire, come abbiam detto precedentemente, due serie di sostegni accollati posti a lato gli uni degli altri, in modo che la somma delle cifre della frequenza in queste due serie di vasche accollate fosse eguale o maggiore di quella della frequenza in un sostegno isolato del canale.

Passeremo ad esaminare nel capitolo seguente quale possa essere la capacità di frequenza di una simile opera.

CAPITOLO XII.

Della frequenza, nel caso di sostegni doppi accollati

Supporremo, come nel capitolo IX, che una delle serie di vasche accollate sia destinata pel passaggio de' battelli che salgono, e l'altra per quelli che scendono.

Adotteremo le stesse indicazioni del primo caso del capitolo XI.

Abbiamo già stabilito nel capitolo XI la formola che dà il numero de' battelli che vanno nello stesso senso, che si possono far passare per una continuazione di sostegni accollati nella durata del passaggio di un convoglio $\frac{T}{K}$. È evidente che questa espressione darà il numero de' battelli che si può far passare ogni giorno se in luogo di $\frac{T}{K}$ si pone T, durata quotidiana della navigazione. Il numero de' battelli, che può passare in un giorno per una delle due serie di vasche accollate è dunque

$$1+\frac{T-[\tau+\tau'+\tau''+n(\tau'+\tau''+t'x)]}{\tau+2(\tau'+\tau''+t'x)}$$

La frequenza totale nelle due serie di vasche accollate essendo doppia di quella che ha luogo in una di esse, il suo valore sarà:

$$F=2+\frac{2T-2[\tau+\tau'+\tau''+n(\tau'+\tau''+t'x)]}{\tau+2(\tau'+\tau''+t'x)}$$

o facendo le riduzioni:

$$F=\frac{T-(\tau'+\tau'')-(n-2)(\tau'+\tau''+t'x)}{\frac{\tau}{2}+\tau'+\tau''+t'x} \quad ..(7)$$

Applichiamo questa formola a' canali di sezione media della Francia. Supporremo come precedentemente:

$$T = 720 \text{ minuti},$$
$$t' = 1 \text{ minuto } {}^1/_2.$$

Quando i battelli si succedono senza interruzione nei sostegni, che non son costretti a formar convogli e ad attendere la loro volta per passare come avviene nel secondo caso del capitolo precedente, la perdita di tempo per mancanza di coincidenza tra l' arrivo del battello e le manovre del sostegno esiste allora con tutta la sua importanza. Però nel caso di cui ci occupiamo essa non è al più che la metà di quella calcolata nel capitolo VI, giacchè essa non si riferisce qui che al passaggio di un sol battello. D' altra parte, siccome i battelli che camminano nello stesso senso si succedono nel medesimo sostegno, non è necessario che il battello che attende la sua volta per passare resti fermato così lontano dal sostegno come si è supposto nel capitolo VI. Per questi motivi valuteremo per quattro minuti il tempo che si perde per queste due cause; così:

$$\tau = 4 \text{ minuti}.$$

Gli altri elementi del calcolo conserveranno i valori di già usati, cioè:

$$\tau' = 2 \text{ minuti},$$
$$\tau'' = 1 \text{ minuto}.$$

L'equazione (7) diventa allora:

$$F=\frac{717-(n-2)(3+1.50.\,x)}{5+1.\,50.\,x}$$

Facendo variare come precedentemente il numero delle vasche accollate da due a cinque, e dando in ciascun caso differenti valori ad x, si trovano per F quelli che son riportati nel quadro seguente:

CADUTE DEI SOSTEGNI.	VALORI DI F NEL CASO DI SOSTEGNI ISOLATI, TRATTI DAL CAP. VIII.	VALORI DI F NELLE DUE SERIE DI VASCHE ACCOLLATE, DANDO OGNI SERIE PASSAGGIO A' BATTELLI CHE VANNO NELLO STESSO SENSO, E PER			
		$n = 2$	$n = 3$	$n = 4$	$n = 5$
metri.	battelli.	battelli.	battelli.	battelli.	battelli
0. 50	64. 00	124. 70	124. 04	123. 39	122.73
1. 00	60. 00	110. 31	109. 61	108. 92	108.23
1. 50	56. 47	98. 89	98. 17	97. 45	96.72
2. 00	53. 33	89. 69	88. 87	88. 12	87.37
2. 50	50. 53	81. 83	81. 17	80. 40	79 63
3. 00	48. 00	75. 47	74. 69	73. 89	73.10
3. 50	45. 71	69. 95	69. 14	68. 34	67.53
4. 00	43. 64	65. 18	64. 36	63. 55	62.73

Si vede bene da questo quadro che sarà sempre possibile di dare ad un passaggio dove i sostegni sono accollati una capacità sufficiente per soddisfare alla frequenza di un canale a sostegni semplici isolati, costruendo l'una accanto all'altra le due serie di sostegni accollati; ed anche la capacità di frequenza di una tale opera sarà sempre maggiore di quella de' sostegni isolati di egual caduta, qualunque sia il numero delle vasche accollate.

Se si paragonano le cifre del quadro precedente con quelle che rappresentano la capacità di frequenza dei sostegni isolati doppî, come sono stati stabiliti nel capitolo IX, si riconoscerà che la frequenza sarà allora presso a poco la stessa ne' sostegni isolati e ne' sostegni accollati, eguali essendo le cadute di questi sostegni. Esisterebbe una piccola differenza tra le cifre di frequenza in certi casi di vasche accollate; ma si distruggerebbe facilmente questa differenza aumentando un poco la durata quotidiana della navigazione pe' sostegni accollati; ciò che sarebbe qui senza inconvenienti, perchè non si tratterebbe che di far passare tutto al più due o tre battelli ogni giorno oltre della durata fissata per la navigazione ne' sostegni isolati.

Così i sostegni accollati che, sotto il punto di vista della frequenza, introducono confusione nel sistema de' canali a sostegni semplici, sarebbero senza inconvenienti, sotto questo rapporto, sui canali tutti i sostegni de' quali fossero doppî. Per poco che si rifletta al modo col quale si esegue il passaggio de' battelli per un simile canale, questo risultamento non sarà per nulla sorprendente.

Ritorniamo a' canali con sostegni semplici. La capacità di frequenza di un passaggio che presenta due serie di sostegni accollati oltrepassa talmente la capacità de' sostegni semplici isolati di egual caduta, che non vi sarebbe alcun inconveniente, sotto il rapporto della frequenza, nel dare a'sostegni accollati una caduta più grande di quella de' sostegni isolati del canale; e questa misura potrebbe diminuire la spesa di costruzione del canale. D'altra parte essa aumenterebbe il consumo d'acqua ne'sostegni accollati. La soluzione da preferirsi dipenderà, in ciascun caso particolare, dall' importanza de' diversi elementi che sono indicati. È inutile insistere su questo oggetto.

Non si prenderà equivoco intorno alla nostra opinione. Una serie di sostegni accollati situati fra sostegni isolati semplici sarà sempre una causa o di diminuzione nella capacità del canale, o di aumento nella spesa di costruzione del canale stesso, obbligando a stabilire due serie di sostegni accollati in vece di una. Bisogna dunque, in generale, evitare con cura questa disposizione, e se abbiamo dato qualche sviluppo alle considerazioni che vi han riguardo, non è che per cercare i mezzi da ovviare agli inconvenienti di simili passaggi quando esistono sopra canali antichi: o quando sono inevitabili in una linea navigabile in costruzione.

CAPITOLO XIII.

Dell' influenza che la durata quotidiana della navigazione esercita sulla frequenza dei canali a sostegni semplici.

Noi abbiamo già parlato nel capitolo VIII dell' aumento che si può avere nella cifra della frequenza di transito facendo crescere la durata quotidiana della navigazione. La formola (2) del capitolo VIII farà conoscere il valore della frequenza su' canali a sostegni semplici, tanto per tutti i valori di T che per quelli di x.

Vi è però una distinzione importante a fare tra l' influenza della caduta e quella della durata quotidiana della navigazione sulla cifra della frequenza.

Ciò che noi abbiamo chiamato *capacità di frequenza* d' un sostegno non varia se non colla caduta, giacchè per paragonare due sostegni nel rapporto della loro potenza d'azione, bisogna evidentemente che il tempo durante il quale ha luogo la navigazione sia lo stesso pe' due sostegni.

Si può dunque dire che la capacità di frequenza dipende solo dalla caduta del sostegno, e che la cifra assoluta della frequenza, o la quantità delle mercanzie trasportate, che varia colla caduta del sostegno e colla durata quotidiana della navigazione, dipende da queste due quantità.

La caduta del sostegno sarà quindi sempre l' elemento essenziale ne' calcoli relativi allo stabilimento di un canale. Però non è meno utile il ricercare come la cifra della frequenza varii colla durata quotidiana della navigazione.

Noi abbiamo supposto finora, nelle applicazioni numeriche delle formole a' canali a sezione media della Francia, che i battelli camminassero solo di giorno, e per

odici ore, per un medio, fatta deduzione del tempo perduto durante il pasto de' battellieri.

Supporremo ora che si navighi inoltre per una parte lella notte, e calcoleremo, per mezzo della formola (3) lel capitolo VIII, i diversi valori che acquista la frequenza con diversi valori crescenti di T.

Pur tuttavia, non si deve contare sopra una navigaione di più di venti ore per la totalità del giorno e 'ella notte, a cagione del tempo perduto durante il pasto e' battellieri ed anche perchè la navigazione è meno faile e meno rapida la notte che il giorno. Noi calcoleemo dunque i differenti valori di F, supponendo successivamente che la navigazione abbia luogo durante dodici, uattordici, sedici, diciotto e venti ore per giorno. I isultamenti di questi calcoli sono notati nel quadro seuente:

CADUTE DEI SOSTEGNI	VALORI DELLA FREQUENZA SUPPONENDO				
	T=12 o.	T=14 o.	T=16 o.	T=18 o.	T=20 o.
metri.	battelli.	battelli.	battelli.	battelli.	battelli.
0. 50	64. 00	74. 66	85. 33	96. 00	106. 66
1. 00	60. 00	70. 00	80. 00	90. 00	100. 00
1. 50	56. 47	65. 88	75. 29	84. 70	94. 11
2. 00	53. 33	62. 22	71. 11	80. 00	88. 89
2. 50	50. 53	58. 95	67. 37	75. 79	84. 21
3. 00	48. 00	56. 00	64. 00	72. 00	80. 00
3. 50	45. 71	53. 33	60. 95	68. 57	76. 19
4. 00	43. 64	50. 91	58. 18	65. 45	72. 72

Il tempo durante il quale ha luogo ogni giorno la naigazione esercita dunque, come si vede, una grande nfluenza sulla quantità delle mercanzie trasportate.

Per rendere questi risultamenti ancora più sensibili, noi i presenteremo sotto un'altra forma e calcoleremo, semre nell' ipotesi de' canali a sezione media della Francia, uali sieno le cadute di sostegno che soddisfaranno ad un leterminato tonnellaggio, attribuendo differenti valori lla durata quotidiana della navigazione.

Supponiamo che il canale da costruirsi debba dar pasaggio a 600 000 tonnellate di mercanzie per anno. Secondo i dati ammessi nel capitolo II, e supponendo, come abbiamo già fatto, che i battelli de' canali a sezione media portino 100 tonnellate di mercanzie, i sostegni dovranno esser disposti in modo da dar passaggio a sessanta battelli per giorno.

Per mezzo della formola (3) del capitolo VIII, si trova allora che il canale darà passaggio alle 600 000 tonnelate richieste in tutti i casi seguenti:

Con una caduta di $1^m.00$ e 12 ore di navigazione.
$1^m.66$ e 13 ore
$2^m.33$ e 14 ore
$3^m.00$ e 15 ore
$3^m.66$ e 16 ore

Rimane dunque bene stabilito che per mezzo di una durata quotidiana di navigazione convenientemente determinata, si avrà una gran latitudine nella scelta della caduta di sostegno che dovrà assicurare il passaggio di una data quantità di mercanzie.

Ma la navigazione non si trova nelle stesse condizioni qualunque sia la soluzione che si adotta. È molto importante il notare ciò. La navigazione di notte porta in fatti seco inconvenienti e spese di cui si deve tener conto.

Questa navigazione richiede molta maggiore attenzione per parte de' battellieri; e per conseguenza, a cure eguali, cagiona più accidenti che la navigazione di giorno.

Essa rende indispensabile l' illuminazione de' battelli. Se essa ha luogo per la più gran parte della notte fa sì che i battelli abbiano bisogno di doppio equipaggio. Se non dura che qualche ora della notte, essa cagiona agli equipaggi di giorno un eccesso di fatica, che rende il salario proporzionatamente più elevato che non è pel solo lavoro di giorno.

In qualunque modo la navigazione di notte sia regolata, essa cagiona sempre un notabile aumento nelle spese di alaggio e di direzione de' battelli che costituiscono il nolo. È questa una delle condizioni di esistenza di questa navigazione, che non devesi perder di vista nella ricerca della caduta più conveniente da adottarsi pe' sostegni di un canale.

Vi è ancora un' altra circostanza, che si presenta sopra i canali ne' quali si naviga di giorno e di notte, e che merita di esser presa in considerazione.

Noi abbiamo fatto osservare nel capitolo II che la frequenza quotidiana non è la media ottenuta dividendo la frequenza annuale pel numero de' giorni di navigazione; che è necessario di disporre un canale per soddisfare alla massima frequenza quotidiana preveduta; che ne risulta un poco di tempo libero ne' sostegni ne' giorni nei quali la frequenza quotidiana non raggiugne il massimo; ma che si può profittare di questo tempo libero per fare talune delle riparazioni di mantenimento de' canali.

Se la navigazione ha luogo durante la più gran parte della notte, ne' giorni ne' quali la frequenza raggiugne il massimo, essa potrà occupare la durata intiera del giorno quando la frequenza è minore; e si sarà privi pel mantenimento de' canali del beneficio de' giorni di frequenza minima. Ciò che in taluni casi può condurre alla necessità di sospendere momentaneamente la navigazione, per provvedere all' esecuzione di taluni fra i lavori di mantenimento.

Non ci estenderemo per ora più oltre su questo soggetto, che si presenterà di nuovo nel seguito di questo scritto.

CAPITOLO XIV.

Quistioni la cui soluzione interessa nella ricerca della caduta più conveniente da adottarsi ne' sostegni di un canale.

Noi abbiamo visto ne' capitoli precedenti quale influenza esercitino, sulla frequenza: 1.° la caduta de' sostegni; 2.° la durata quotidiana della navigazione.

Si può soddisfare in molti modi ad una determinata frequenza, facendo variare i due elementi de' quali abbiamo testè parlato.

Quale è, in ciascun caso, la soluzione che presenterà maggiori vantaggi e che dovrà esser preferita? Questa è l' importante quistione che noi passiamo ad esaminare.

Per ciò fare è necessario conoscere come la caduta de' sostegni può modificare le diverse condizioni di stabilimento de' canali e le spese di trasporto; e noi ricercheremo quindi quale influenza essa esercita sul consumo d' acqua de' canali, sulla lunghezza de' tronchi, sulla velocità individuale de' battelli e sulla spesa di stabilimento de' canali medesimi.

I calcoli finora presentati stabiliscono che i canali a sostegni semplici possono soddisfare ad una frequenza che sorpassa quanto al presente ha luogo in Francia, e si eleva sino alle cifre de' canali più frequentati d' Inghilterra e d' America, adottando una caduta di sostegno ed una durata quotidiana di navigazione convenienti.

Non ci occuperemo quindi dapprima che di quanto riguarda i canali a sostegni semplici.

CAPITOLO XV.

Delle relazioni che esistono tra la caduta dei sostegni semplici ed il consumo d'acqua d'un canale.

Sebbene la quantità d' acqua consumata dal passaggio de' battelli pe' sostegni non sia che una parte molto debole del consumo totale d' acqua di un canale, essa è ancora abbastanza considerabile perchè non sia conveniente di trascurarla. È quindi importante di conoscere il modo nel quale questo consumo d' acqua varia colla caduta de' sostegni.

Se non si tratta che di una frequenza limitata, che non raggiunga il massimo possibile e che non varii qualunque sia la disposizione di un canale, è evidente che il volume d' acqua consumato dal passaggio è allora proporzionale alla caduta de' sostegni.

Ma se si tratta della massima frequenza possibile, lo stato delle cose è diverso; giacchè se da una parte il volume d' acqua consumato in un passaggio varia allora in proporzione della caduta del sostegno, dall' altra parte il numero de' passaggi varia in senso inverso a questa caduta. Esaminiamo ora quale sia, in questo caso, l' espressione generale del consumo d' acqua nel passaggio de' battelli.

Non entreremo ne' particolari della misura del volume esatto dell' acqua consumata nel passaggio de' battelli pei sostegni, giacchè ciò uscirebbe dal piano di questo scritto; questa è d' altronde una materia che le ricerche di molti ingegneri hanno molto rischiarata, e sulla quale non evvi nulla di nuovo a dire. È sufficiente, per gli studî comparativi che noi vogliamo fare, di avere delle cifre proporzionali a' volumi d' acqua realmente consumati; ed è ciò che darà, come si scorgerà di leggieri, il volume d'acqua consumato in tutti i passaggi che si possono fare in un giorno per un sostegno, quando tutte le cadute sono uguali ed il cammino de' battelli è regolare.

Il numero da' passaggi fatti per giorno in un sostegno è dato dall' equazione (1) del capitolo VIII:

$$N = \frac{T}{t + 2\,t'x}$$

Se indichiamo con S la superficie della vasca di un sostegno, il volume V del consumo d' acqua per un passoggio sarà;

$$V = S\,x,$$

ed il volume per tutti i passaggi di un giorno sarà;

$$NV = \frac{ST\,x}{t + 2\,t'x} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (8)$$

Adottando per T, t e t' i valori indicati nel capitolo VIII, e per S quello di 180 metri quadrati che conviene a' canali a sezione media di Francia, l' equazione (8) diviene:

$$NV = \frac{129\,600\ x}{21 + 3\,x}$$

dando diversi valori ad x, si ottengono quelli di NV contenuti nel seguente quadro:

CADUTE DEI SOSTEGNI.	VOLUME TOTALE CONSUMATO DA' PASSAGGI IN UN GIORNO.
metri.	metri.
0. 50	2 880
1. 00	5 400
1. 50	7 623
2. 00	9 600
2. 50	11 368
3. 00	12 960
3. 50	14 400
4. 00	15 709

Quantunque il consumo d' acqua pel passaggio de' battelli non sia più qui, come nel caso di frequenza limitata, proporzionale alla caduta, si vede però che ogni diminuzione nella caduta de' sostegni diminuisce la cifra di questo consumo d'acqua, ed anche che la diminuzione è tanto più forte, per la stessa differenza di caduta, per quanto le cadute che si considerano sono più piccole.

CAPITOLO XVI.

Delle relazioni che esistono tra le cadute dei sostegni semplici e la lunghezza de' tronchi di un canale.

L'abbassamento della caduta dei sostegni aumentando la capacità di frequenza di un canale, si può essere indotti ad usare piccole cadute di sostegni, per soddisfare ad un dato movimento di commercio.

Ora diminuendo la caduta de' sostegni si aumenta il numero de' sostegni medesimi e quello de' tronchi fra essi contenuti; per conseguenza si diminuisce la lunghezza di questi tronchi. Può quindi accadere che la lunghezza di un certo numero di tronchi divenga così molto piccola, e noi ci proponiamo di esaminare quale influenza ciò possa avere sulla durata de' passaggi e sul cammino individuale de' battelli.

Prima di entrare ne' particolari di questo esame, ricercheremo in generale se la lunghezza de' tronchi possa esercitare qualche influenza sulla coincidenza tra l' arrivo de' battelli a' sostegni e la manovra di questi; in altri termini, se ogni lunghezza possa essere adottata pe' tronchi d' un canale, per una data caduta di sostegno, o pure esistano talune lunghezze che aumentino la perdita di tempo che ha luogo per ciascun passaggio, per difetto di coincidenza tra l' arrivo de' battelli e la manovra del sostegno.

Noi resteremo sempre nell' ipotesi della massima frequenza, quando per ogni sostegno passano contemporaneamente due battelli l' uno che sale e l' altro che scende; e supporremo, come prima, che tutti i battelli camminino colla stessa velocità.

Se la lunghezza di un tronco è un multiplo esatto della distanza D che può percorrere un battello nella durata un passaggio, è evidente che ciascun battello lasciando uno de' sostegni che limitano il tronco, giugnerà all' altro sostegno, sia salendo, sia scendendo, dopo un tempo che sarà lo stesso multiplo esatto della durata di un passaggio. Non vi sarà dunque nessun tempo perduto nell' arrivo de' battelli al sostegno; ogni battello troverà il sostegno pronto a riceverlo, ed ogni sostegno preparato riceverà senza ritardo un battello.

Supponiamo ora che la lunghezza di un tronco non sia un multiplo esatto di D; ed ammettiamo dapprima che essa sia minore di D ed eguale a $\frac{D}{n}$, n essendo maggiore dell' unità.

Supporremo, per rendere le considerazioni seguenti più semplici, che le manovre de' due sostegni siano dirette in modo che i battelli che camminano in un certo senso, quelli che scendono, per esempio, giungano sempre al sostegno di sottocorrente nel momento in cui questo sostegno è pronto a riceverli. Con questa ipotesi tutto il tempo perduto per attendere in ciascun passaggio è attribuito al battello che sale, mentre in realtà questo tempo perduto è d'ordinario diviso fra il battello che sale e quello che scende. Ma esso rimane lo stesso in ambedue i casi; ed in qualunque modo si riguardino le cose, le condizioni del passaggio non sono cambiate.

Cerchiamo dunque, nell' ipotesi ammessa, ciò che avviene nell' arrivo de' battelli che salgono al sostegno di sopra corrente.

Se indichiamo con E la durata completa di un passaggio, il primo battello che scende impiegherà un tempo $\frac{E}{n}$ a percorrere il tronco. Il sostegno di sottocorrente sarà pronto a ricevere questo battello, e per conseguenza il primo battello che sale entrerà nel tronco in un istante che sarà separato pel tempo $\frac{E}{n}$ da quello nel quale il primo battello discendente vi è entrato.

Questo primo battello che sale impiegherà esso stesso il tempo $\frac{E}{n}$ a percorrere il tronco. L' istante nel quale arriverà presso il sostegno di sopra corrente sarà dunque separato pel tempo $\frac{2E}{n}$ da quello nel quale il primo battello discendente è uscito dal sostegno.

Ora il sostegno di sopra corrente sarà pronto a ricevere questo primo battello in un istante che sarà separato pel tempo E da quello nel quale il primo battello discendente è uscito dal sostegno.

Dunque il primo battello che sale giugnerà al sostegno di sopra corrente precisamente nell' istante nel quale questo sostegno sarà pronto per riceverlo se $\frac{2E}{n} = E$. Esso

giungerà al sostegno di sopra corrente prima di questo istante se $\frac{2E}{n} < E$; e dopo questo istante se $\frac{2E}{n} > E$.

Nel primo caso, non vi sarà alcuna perdita di tempo nè nel cammino del battello, nè nella manovra del sostegno.

Nel secondo caso, il cammino del battello sarà ritardato, ma la durata della manovra del sostegno non sarà aumentata.

Nel terzo caso, al contrario, non vi sarà alcun ritardo nel cammino del battello; ma la durata della manovra del sostegno sarà aumentata.

Noi abbiamo stabilito precedentemente che la perdita di tempo che possono soffrire i battelli non influisce sulla frequenza del transito fintantochè la durata de' passaggi resta la stessa.

È quindi solo nel terzo caso sopra indicato, quando si ha $\frac{2E}{n} > E$ che la lunghezza del tronco può influire sulla durata del passaggio, e quindi sulla frequenza del transito.

La ineguaglianza $\frac{2E}{n} > E$ sarà soddisfatta da tutti i valori di n compresi tra 1 e 2. Noi non parliamo de' valori di n minori di 1, giacchè per quelli la lunghezza del tronco sarebbe superiore a D, e questo è un caso che esamineremo più lungi.

Tutte le lunghezze di tronco risultanti da' valori di n compresi tra 1 e 2 non produrranno un ritardo che prolunghi la durata del passaggio per un sostegno; giacchè noi abbiamo compreso nella durata totale di un passaggio un certo tempo perduto per mancanza di coincidenza tra l'arrivo del battello e la manovra del sostegno, tempo che dipende da molte circostanze molto variabili che sarebbe molto difficile il calcolare esattamente, ed al quale basta, per la pratica, attribuire un valore medio, come noi abbiamo fatto nel capitolo VIII. Ogni valore di n che non farà perdere al sostegno un tempo che oltrepassi questo calcolo medio, dovrà considerarsi come tale da dare una lunghezza di tronco che non si può ammettere.

Il tempo perduto al sostegno, che noi chiameremo τ, è dato dall'espressione:

$$\tau = \frac{2E}{n} - E$$

Questo tempo perduto è una funzione della caduta di sostegno x, giacchè esso contiene E che varia con questa caduta.

Noi abbiamo calcolati i valori di τ facendo variare la caduta di sostegno da $0^m.50$ a 4 metri, ed il numero n da uno a due. Questi calcoli sono troppo considerabili, e l'oggetto che riguardano troppo poco importante, per qui riportarli. Basterà indicare che esistono piccolissime differenze tra i valori di n che, per le cadute di sostegno le quali variano da $0^m.50$ a 4 metri, assicurano a τ un valore che non oltrepassa quello di sei minuti che è stato ammesso nel capitolo VIII, pe' canali a sezione media, per la perdita di tempo cagionata dalla mancanza di coincidenza tra l'arrivo del battello e la manovra del sostegno. I valori di n che producono questo risultamento, per la massima e la minima caduta di sostegno adoperate nei calcoli, sono: 1.45 per $x = 0^m.50$ ed 1.65 per $x = 4$ metri.

Da ciò che precede, si può conchiudere che esistono talune lunghezze di tronchi, più piccole di D, che danno al passaggio completo una durata più grande di quella che ha luogo quando queste condizioni sfavorevoli non esistono. La caduta de' sostegni influisce su'limiti tra i quali queste lunghezze nocive sono contenute; ma questa influenza è poco sensibile, e si rimane in una approssimazione sufficiente ammettendo che le lunghezze di tronco in quistione sieno date, qualunque sia la caduta de' sostegni, da' valori di n compresi tra 1.00 ed 1.50.

Finora abbiamo supposto il tronco più piccolo di D. Si scorgerà facilmente che i risultamenti saranno gli stessi se la lunghezza del tronco è uguale ad $m\,D + \frac{D}{n}$, m essendo un numero intero, e n maggiore dell'unità. E come prima, le lunghezze di tronco così ottenute avranno l'inconveniente di aumentare la durata del passaggio quando n sarà compreso tra 1.00 ed 1.50.

Si può osservare ciò non ostante che quando i valori di n sono molto prossimi all'unità, il tempo perduto dal sostegno di sopra corrente ad attendere i battelli che salgono, si approssima molto alla durata di un passaggio. Se dunque vi fosse prima nel tronco un battello che sale quando si comincia la manovra de' due sostegni, questo battello avrebbe il tempo di oltrepassare il sostegno di sopra corrente prima che il battello che sale, dato dal sostegno di sottocorrente, fosse pronto a partire.

La presenza di un battello in eccesso ne' tronchi, pe'casi che consideriamo, sarà d'ordinario prodotto dalla forza delle cose; nel caso contrario sarà sempre possibile di far nascere questa circostanza per mezzo di un passaggio che introdurrà un battello nel tronco senza farne uscire. In queste condizioni e per valori di n prossimi all'unità, la lunghezza del tronco non sarà più un causa d'aumento nella durata de' passaggi. I battelli perderanno allora in vero un poco di tempo ad attendere e tanto più per quanto n sarà più forte; ma ciò non ha inconvenienti per la frequenza del transito, giacchè la durata del passaggio non sarà aumentata.

Risulta da questa osservazione che si possono restringere i limiti tra i quali i valori di n producono lunghezze di tronchi che allungano la durata del passaggio ritardando l'arrivo de' battelli. Pe'valori di n compresi tra 1 ed 1.20, i battelli organizzati al passaggio del tronco come si è detto di sopra, non soffrirebbero, aspettando la loro

volta per passsare, che un ritardo di otto a dieci minuti al massimo, con cadute dei sostegni comprese tra $0^{m}.50$ e 4 metri, ciò che si può ammettere senza troppo imbarazzare la navigazione. Donde è d'uopo allora conchiudere che le lunghezze dei tronchi che cagionano un aumento nella durata del passaggio, quando i battelli sono animati dalla stessa velocità e non si arrestano in cammino, sono date da' valori di n compresi tra 1. 20 ed 1. 50

Un'applicazione numerica porrà in evidenza i risultamenti di queste considerazioni.

Supponiamo che i sostegni di un canale abbiamo $2^{m}.50$ di caduta, e che i battelli camminino con una velocità di 1 500 metri l'ora. Con questi dati e quelli ammessi nel capitolo VIII, la durata del passaggio completo sarà di 28 minuti $^1/_2$, e la distanza che un battello può percorrere durante un passaggio, sarà $D = 712^{m}.50$; sia in numero rotondo 720 metri.

Le differenti lunghezze de' tronchi date dalla formola $mD + \frac{D}{n}$ saranno allora distinte in lunghezze ammissibili e non ammissibili, nel modo seguente:

Si potranno ammettere le lunghezze di tronco di meno di 480 metri; e sino ad un limite inferiore che indicheremo in appresso.

Si dovranno rigettare le lunghezze comprese tra 480 metri e 600 metri.

Si potranno ammettere le lunghezze comprese tra 600 metri e 1 200 metri.

Si dovranno rigettare le lunghezze comprese tra 1. 200 metri e 1 320 metri.

Si potranno ammettere le lunghezze comprese tra 1320 e 1 920 metri.

E così di seguito.

Ritorniamo ora ad esaminare quale sia l'influenza che la presenza de' tronchi corti, risultante dall'uso di piccole cadute di sostegno, può avere sulla frequenza e sul cammino individuale de' battelli.

Abbiamo testè stabilito che conviene evitare talune lunghezze di tronchi la cui influenza farebbe aumentare la durata de' passaggi ritardando l'arrivo dei battelli a' sostegni. Se tutti i battelli fossero animati della stessa velocità, se nessuno di essi si arrestasse ne' tronchi del canale, il principio ora enunciato si applicherebbe indistintamente ad ogni lunghezza di tronco. Ma i battelli si arrestano frequentemente ne' tronchi lunghi; inoltre la differenza tra le velocità de' battelli vi produce risultamenti molto più sensibili che ne'tronchi corti. Queste due cause di perturbazione sono tanto attive che innanzi ad esse sparisce in gran parte l'influenza della lunghezza del tronco sull'arrivo de' battelli a' sostegni. Sarebbe dunque allora inutile di occuparsi del ritardo risultante da quest' ultima causa; e certamente, quando la lunghezza di un tronco raggiugne o oltrepassa 2 chilometri, si può adottare indistintamente ogni lunghezza di tronco senza tema di accrescere le difficoltà della navigazione.

Non è lo stesso ne' tronchi corti. I battelli vi si arrestano raramente; quelli il cui alaggio richiede minor forza, non hanno il tempo di svilupparvi tutta la loro velocità, come possono farlo ne' tronchi più lunghi; e la differenza tra le velocità de' battelli vi è per conseguenza minore che nei tronchi lunghi. In queste condizioni, le lunghezze di tronco che aumentano la durata del passaggio de' battelli pei sostegni diverrebbero una causa attiva d'imbarazzo nella navigazione; è importante di evitarle, ciò che è sempre possibile e facile di fare, atteso la prossimità de' limiti fra i quali queste lunghezze sono comprese.

Con questa facile precauzione, i tronchi corti non presentano più inconvenienti sotto il rapporto della durata del passaggio, ed il cammino de' battelli vi acquista allora d'ordinario una gran regolarità, il che risulta da ciò, che i battelli, come abbiamo già detto, vi si arrestano raramente, e che ogni guardiano di sostegno può vedere dal suo posto ciò che avviene ne' due sostegni vicini.

I tronchi corti, specialmente quando sono numerosi ed in seguito l'uno dell' altro, riescono di molto imbarazzo nella navigazione, quando si è obbligati di far passare per questi tronchi un volume d'acqua considerabile destinato ad alimentare le parti del canale poste sottocorrente. Il cammino de' battelli vi diviene impossibile, finchè dura lo scorrimento dell' acqua di alimentamento; dappoichè il tempo di fermata che soffrirebbe quest' acqua a ciascun sostegno, durante il passaggio di un battello, farebbe il più spesso discendere al disotto del livello indispensabile per la navigazione il tronco inferiore, l'acqua del quale scorrerebbe sempre pel sostegno di sottocorrente.

Ma si può sempre evitare questo inconveniente regolando l'alimentamento di un canale; e quando esso esiste si può farlo sparire sia costruendo un canaletto alimentario e regolatore lungo la serie de' tronchi corti, sia dando passaggio all'acqua di alimentamento, da tronco in tronco, per mezzo di acquedotti laterali a' sostegni.

Si può dimandare se adoperando piccole cadute di sostegni non si ridurrà la lunghezza di taluni tronchi al disotto del limite necessario perchè il passaggio de' battelli pel sostegno di sottocorrente non li renda inabili alla navigazione. Questo è un punto importante ad esaminare, giacchè le difficoltà di alimentamento de' piccoli tronchi divengono grandi abbastanza, quando la loro lunghezza rimane al disotto di questo limite.

Il volume d'acqua che si trae da un tronco per servire ad un passaggio è proporzionale alla caduta del sostegno. D'altra parte, essendo supposto che i tronchi abbiano la stessa larghezza a pelo d'acqua, la lunghezza minima del tronco sarà proporzionale al volume d'acqua del passaggio, e per conseguenza alla caduta del sostegno. Risulta da ciò che, fatta astrazione dalla lunghezza

de' sostegni, riducendo la caduta di sostegno in un certo rapporto, si riducono al tempo stesso la lunghezza dei tronchi ed il volume d' acqua del passaggio nel rapporto medesimo. Se dunque un canale è possibile con una certa caduta di sostegno, se nessun tronco è allora troppo corto per esser adatto alla navigazione, quando se ne trae il volume d' acqua di un passaggio, sarà egualmente possibile con ogni altra caduta minore della prima.

È interessante di esaminare quale relazione esista tra la lunghezza minima che si può adottare pe' tronchi e la caduta de' sostegni; giacchè un canale può esser possibile, in tesi generale, con qualunque caduta di sostegno sia conveniente di adottare; ed intanto la ripartizione inuguale della pendenza totale potrebbe condurre, nel caso di piccole cadute, a tronchi troppo corti situati presso altri tronchi aventi una lunghezza più che sufficiente, e questo inconveniente riconosciuto potrebbe essere evitato con una modificazione della disposizione generale.

Noi supporremo che il canale ammetta de' battelli di 5 metri di larghezza e 30 di lunghezza, come ciò ha luogo il più d' ordinario su' canali a sezione media di Francia. La sezione orizzontale del sostegno contiene allora 180 metri quadrati. La larghezza del letto del canale è di 10 metri al fondo. Supporremo che l' altezza d'acqua su' controbattenti sia $1^{m}.50$ e che si possa trarre senza inconveniente dal tronco una lamina d' acqua di $0^{m}.10$ di spessezza. La larghezza media di questa lamina sarà di $14^{m}.65$. Se allora indichiamo con L la lunghezza del tronco e con x la caduta del sostegno, si avrà la relazione.

$$180^{m}.00 \times x = 14^{m}.65 \times 0^{m}.10 \times L.$$

Donde si ha con molta approssimazione:

$$L = 123. \; x.$$

Noi abbiamo detto che quando un canale è possibile con una certa caduta di sostegno, sotto il rapporto della lunghezza minima de' tronchi, esso è egualmente possibile con ogni altra caduta di sostegno minore della prima.

Vi è però un limite inferiore che sotto altri rapporti non bisognerebbe oltrepassare. Se si giugnesse, per esempio, ad usare una caduta di sostegno debole abbastanza perchè il pendio del terreno producesse tronchi che avessero appena la lunghezza di un battello, il canale diverrebbe impossibile. In questo caso, il forte pendio del terreno diverrebbe una causa di limitazione della caduta de' sostegni; e bisognerebbe determinare questa caduta per mezzo dell' equazione precedente, in modo che la lunghezza minima de' tronchi fosse eguale a due lunghezze di battello; ciò che è strettamente necessario perchè due battelli, l' uno che scende dal sostegno di sopra corrente, l' altro che sale dal sostegno di sottocorrente, possano intersecarsi nel canale.

Ma esistono pochi luoghi che si prestino allo stabilimento di un canale i quali presentino un pendio forte abbastanza per obbligare a limitare la caduta de' sostegni per la considerazione testè enunciata.

(Sarà continuato.)

GIURISPRUDENZA

PER L' ARCHITETTO E PER L' INGEGNERE (a).

Decisioni giudiziarie.

(N.° 15.)

All' architetto direttore di un' opera privata è dovuto dal proprietario per compenso di direzione, misurazione ec., un diritto proporzionale al valore dell' opera (il 4 per 100) oltre al diritto proporzionale che riscuote dagli artefici (il 6 per 100). — Inoltre se quest' opera è posta in luogo diverso dalla residenza dell' architetto è dovuto a questo oltre alle spese di viaggio, un numero di vacazioni corrispondente al tempo impiegato nelle gite e ritorni. — *Tribunal Civile di Napoli. — Sentenza del dì 6 novembre 1843. — Causa Riegler e Lazzari* (b).

(N.° 16.)

L' esistenza delle così dette prese ne' muri laterali alla loggia di un proprietario fin dal tempo della costruzione sono segno valevole a dimostrare il dritto in lui di coprire la loggia medesima. Ed avendo così deciso i giu-

(a) Vedi pag. 75.

(b) Questa sentenza confermata posteriormente da una decisione della Gran Corte Civile, riteneva il parere de' tre periti sig. Cav. Luigi Malesci, Francesco Bruno e Raffaele Minervini, nominati dal Tribunale medesimo per fissare l' indennità dovuta all' architetto direttore. L' abbiamo perciò trascelta fra varî altri simili giudicati la cui sostanza è perfettamente identica.—La ragione del 4 per 100 pel compenso di direzione, misurazione ec., è la stessa fissata per gli architetti del Corpo di Città di Napoli da una Ministeriale del 7 aprile 1831.

dici del merito non hanno a tal riguardo violato alcuna legge.

Non può mai invocarsi ed aver luogo la prescrizione quando evvi un segno apparente del dritto, perchè la facoltà è continuamente in evidenza con la manifestazione de' segni medesimi, e mancando un atto contrario alla servitù, la prescrizione non può mai aver cominciamento.

I suddetti principî, per la esistenza delle prese, escludono qualunque pretensione contraria che si vorrebbe far derivare dell' aggiudicazione. — *Corte Suprema di Giustizia di Napoli. — Arresto del 15 dicembre 1849. — Causa Contarini ed Ivonnet* (a).

(N.° 17.)

Il proprietario di un edifizio crollato per vizio di costruzione non più sottrarsi al rifacimento del danno altrui cagionato per la rovina del medesimo sol perchè questa abbia avuto luogo dopo il decennio.

Atteso *che per l' articolo 1340 delle LL. CC. il proprietario di un edifizio è tenuto pei danni cagionati della rovina del medesimo, quando sia avvenuta in conseguenza di mancanza di riparazione, o per vizio della sua costruzione*

Che non si può limitare la responsabilità pel vizio della costruzione al caso che la rovina dell' edifizio sia avvenuta fra i dieci anni, senza fare una distinzione che la legge non fa, e che anzi sarebbe in opposizione colla sua lettera e collo spirito che la informa. Colla lettera, poichè i termini onde è concepito l' art. 1340 escludono apertamente siffatta limitazione. Collo spirito; conciosiacchè la disposizione in parola è una conseguenza del principio stabilito negli articoli 1336 e 1337 che obbliga a risarcire il danno cagionato non solamente per fatto proprio, ma ancora per sua negligenza ad imprudenza. E la negligenza e la imprudenza ordinariamente si avvera nel soggetto dell' art. 1340, sia per non avere il proprietario invigilata la costruzione sia per non avere avvertito o riparato il pericolo che suole anticipatamente annunziarsi con segni esteriori e visibili.

Che il precetto dell' art. 1638 come eccezionale non può estendersi ad un caso diverso da quello ivi contemplato.

Che male si allega doversi reputare avvenuta la rovina dell' edifizio dopo un decennio per tutt' altra causa, che per vizio di costruzione, quando il fatto dimostra il contrario. Non è invocabile alcuna presunzione legale, senza una legge speciale che la stabilisca ne' casi preveduti nell' art. 1304 delle LL. CC. Oltre a che la presunzione legale non esclude la pruova contraria per modo di regola, ma solo quando la legge, sul fondamento di tale presunzione, annulla taluni atti, o nega l' azione in giudizio, art. 1306 delle leggi medesime. E però provato essendo nel fatto che la rovina di un edificio abbia avuto luogo per cattiva costruzione dopo il decennio, l' azione diretta contro il proprietario pel rifacimento del danno cagionato da tale rovina, mentre è sostenuta dal citato art. 1340, non incontra ostacolo di sorta nelle altre disposizioni legislative di cui si è fatto parola.

Che avendo i giudici del merito reso omaggio agli esposti principî, non è in alcun modo censurabile in questa parte la denunziata sentenza.— Corte Suprema di Giustizia di Napoli. — Arresto del dì 15 dicembre 1849. — Causa Bianchi, Palleschi ed altri (b).

(N.° 18.)

È ammessibile l' azione possessoria per le servitù discontinue quando si allega essersi acquistate per prescrizione sotto l' impero delle antiche leggi. — *Corte Suprema di Giustizia di Napoli. — Arresto del dì 11 luglio 1850. — Causa Corona e Graziola.*

(N.° 19.)

1.° Perchè l' azione possessoria sia ammessa per una servitù discontinua che dicesi acquistata per via di prescrizione prima del 1809, fa mestieri che la servitù sia esercitata dal proprietario d' un fondo, a carico d' un altro fondo appartenente ad altrui, non potendosi concepire idea di servitù quando l' uno e l' altro fondo appartengono allo stesso proprietario. Da ciò la conseguenza che se i due fondi tra' quali si pretende esistere una servitù di passaggio, prima del 1809 appartenevano ad un solo proprietario, siccome fino a tale epoca il passaggio non si esercitava *jure servitutis*, ma *jure dominii*, e quindi non ha potuto esser prescritta una servitù che non esisteva, così il passaggio che uno degli aventi causa dell' antico proprietario abbia esercitato sull' altro fondo, sotto l' impero delle nuove leggi che non riconoscono prescrizione di servitù discontinue, per lungo che sia, non può servire di base ad un' azione possessoria.

2.° In vano si oppone, in tal caso, l' autorità della cosa giudicata, quando il giudicato si faccia consistere in una sentenza la quale abbia ordinato *che l' attore avesse provato con testimonî che egli ed i suoi autori esercitarono dritto di passaggio sulla strada in disputa*, senza che col dispositivo nulla siasi pronunziato sull' indole del possesso. — *Corte Suprema di Giustizia di Napoli. — Arresto del dì 27 luglio 1850. — Causa Caso e de Peppe.*

(a) Questo arresto conferma una decisione della Gran Corte Civile ed una sentenza del Tribunal Civile.

(b) Questo arresto conferma due sentenze uniformi una del giudice regio ed un' altra del Tribunal Civile.

(N.° 20.)

In caso di espropriazione parziale per l' allargamento di vie vicinali, come in materia ordinaria di espropriazione si deve prendere in considerazione, nel calcolare l' indennità, l'aumento di valore immediato e speciale che i lavori procurano al rimanente della proprietà. — *Corte di Cassazione di Francia.* — *Arresto del 14 decembre 1847* (a). — *Causa Surgis.*

(N.° 21.)

Il possesso di trenta anni non è per essenza propria valevole a produrre la prescrizione della proprietà allorquando non è stato esclusivo e non è stato esercitato se non congiuntamente al proprietario munito del suo titolo legale. In effetto il possesso del proprietario non appena riconosciuto con una tale qualità, protegge il suo dritto di proprietà assoluta contro ogni prescrizione. — Non si possono ammettere in dritto due possessi esclusivi separati, distinti, opposti l' uno all' altro, e che tendono insieme all'acquisto di un medesimo fondo. Lo stesso possesso promiscuo di trent' anni non è efficace a fare acquistare la prescrizione di un dritto di condominio più di quello che non sia per l' acquisto della proprietà stessa assoluta ed intera. — *Corte di Cassazione di Francia (Camera de' ricorsi).* — *Arresto del dì 8 aprile 1850.*

(N.° 22.)

Il condomino di un cortile comune ha il dritto di usare di questo cortile nel modo il più intero ed il più libero pel godimento della sua proprietà, quando ne'suoi titoli non esistano clausole restrittive di un tale godimento, o che di esso sia determinato un modo particolare; e quando d' altra parte i giudici della causa abbiano ritenuto in fatto che il condomino nell' usare del cortile comune per suo interesse particolare, non abbia impedito agli altri di usarne ancora secondo il loro dritto. Così uno de' condomini può aver conservato il dritto di dare in affitto un luogo ovvero una scuderia di sua proprietà nel fondo di un cortile, per una intrapresa di pubbliche vetture, senza che nella decisione che ha sopra di ciò giudicato, derivi violazione alcuna de' principî consacrati negli articoli 544 e 1859 del Codice Civile (469 e 1731 LL. CC.). — *Corte di Cassazione di Francia (Camera de' ricorsi).* — *Arresto del 15 aprile 1850.*

(a) Vedi le decisioni amministrative n.° 15, pag. 80, e n.° 20 pag. 160.

(N.° 23.)

Il proprietario, che acquista la metà di un muro contiguo alla sua proprietà, è nel dritto di esigere la chiusura, delle finestre che in esso si trovano. Colui che ha fatto aprire queste finestre inutilmente addurrebbe per conservarle, che l' acquirente della metà non avendo nè elevate nuove costruzioni su questo muro, nè mostrata l' intenzione di elevarle è senza interesse e senza dritto per esigere che le finestre sieno chiuse. L' acquisto della metà del muro ha per effetto di rendere i due vicini comproprietarî di esso, e di porli in un piede di completa eguaglianza; la parola *praticare* (b) usata dall' articolo 675 del codice civile (596 LL. CC.) non deve esser intesa in un senso limitativo ma enunciativo e deve estendersi per analogia alle finestre esistenti al tempo dell' acquisto che si fa della metà del muro (articoli 660, 661, 675 e 676 codice civile (581, 582, 596 e 597 LL. CC.). — *Corte di Cassazione di Francia.* — *Arresto del dì 3 maggio 1850* (c).

(N.° 24.)

Colui che acquista un immobile ha dritto alla garentia contro il creditore a motivo dei vizî occulti della cosa venduta, che la rendono disadatta all' uso cui veniva destinata. Il venditore che ignorava questi vizî, è obbligato a restituire all' acquirente il prezzo e le spese della vendita (art. 1641 e 1646 Codice Civile, 1487 e 1492 LL. CC.) Egli però nulla deve di più e da quel momento in poi non si può condannarlo alle altre spese che l' acquirente può aver fatte. Tale condanna non potrebbe altrimenti esser pronunziata se non per virtù di una interpetrazione estensiva delle disposizioni speciali della legge in materia redibitoria. Essa non saprebbe trovare la sua giustificazione nell'art. 1634 (1480 LL. CC.) il quale non è applicabile se non alla evizione. Non v'ha che un solo caso in cui i vizî occulti della cosa venduta autorizzano il giudice ad accordare ancora più del pezzo e delle spese, ed è quando il venditore, conoscendo questi vizî deve rispondere dei danni ed interessi: il giudice allora può quelli comprendere nella condanna: fuori di questo caso, egli deve sempre e rigorosamente tenersi alla disposizione dell' art. 1646 (1492 LL. CC.). — *Corte di Cassazione di Francia Arresto del dì 6 maggio 1850.*

(b) *Pratiquer*; la traduzione officiale del Codice francese ha *formare* come l' art. 596 delle nostre LL. CC.

(c) Questo arresto non fa che riprodurre in maniera più esplicita la dottrina già espressa in tre arresti della Corte di Cassazione del primo dicembre 1813, 5 dicembre 1814 e 29 febbraio 1848.

(N.° 25.)

Non vuolsi confondere la servitù *non ædificandi* con quella di lume, o piuttosto dalla prima non vuolsi concludere alla seconda in questo senso che colui il quale ha consentito alla servitù di non potere edificare se non ad una determinata distanza da un muro di recinto, debba considerarsi che abbia rinunciato all'acquisto della metà di questo muro comune, come pure al dritto di edificarvi sopra, e per conseguenza alla facoltà di liberarsi da' lumi che il proprietario di queste costruzioni vi ha praticato. — Una rinuncia di questa natura non può essere di leggieri ammessa: essa debbe riposare sopra prove certe e determinate. — *Corte di Cassazione di Francia. — Arresto del dì 6 maggio 1850.*

(N.° 26.)

L'art. 525 del codice civile (448 LL. CC.), nell'indicare taluni fatti come capaci di provare l'intenzione del proprietario d'immobilizzare alcuni oggetti mobili, come sarebbero alcuni specchi, non è punto limitativo: esso è puramente dimostrativo. Ma se il giudice, per dichiarare che alcuni mobili sieno immobili per destinazione, non è punto obbligato a tenersi ai due esempî ai quali la legge lega il carattere dello immobilizzamento per destinazione, deve almeno fondarsi sopra considerazioni equipollenti e che non lasciano alcun dubbio sulla intenzione del proprietario, di aver voluto cioè di essi mobili operare l'immobilizzamento. — *Corte di Cassazione di Francia — Arresto del dì 8 maggio 1850.*

(N.° 27.)

Il proprietario di una fabbrica de'prodotti chimici approvata (ma sempre sotto la tacita condizione di non nuocere al dritto de' terzi, *salvo jure alieno*) ha potuto esser condannato a pagare al proprietario vicino i danni ed interessi per riparazione, non solo del danno materiale, ma anche del danno morale, che risulta dall' abbassamento del prezzo del fondo, valutato secondo lo stato in cui era al cominciamento della fabbricazione, e secondo il nuovo destino dato alla proprietà. — *Corte di Cassazione di Francia. — Arresto del dì 8 maggio 1850.*

(N.° 28.)

Il proprietario d' un fondo situato lungo la riva di un fiume non navigabile nè atto al trasporto che vi ha innalzato una diga per assicurar l' acqua ad un suo opifizio edificato con autorizzazione dell' amministrazione non può esser turbato nell'uso della sua diga dal proprietario dell' opposta riva sotto il pretesto d' aver egli occupato al di là della metà del letto del fiume, e quindi invasi i dritti del proprietario dell' altra riva. Il letto de' fiumi non navigabili nè atti al trasporto non appartiene a coloro che sono proprietarî di fondi messi lungo la loro riva, i quali non hanno altro dritto sul fiume, che quello loro conceduto dall' articolo 644, del Codice Civile (566, LL. CC.) riguardo all'irrigazione delle loro proprietà (arresto del 10 giugno 1846) (a) ed è perciò che le azioni che essi possono intentare non possono fondarsi che sull'impedimento di questo godimento, e non sull'aver altri edificato delle dighe o cose simili le quali per nulla turbino il godimento qual'è conceduto dell' art. 644 (566) a' proprietarî attigui alla riva de' fiumi. — *Corte di Cassazione di Francia. — Arresto del dì 17 giugno 1850.*

Decisioni amministrative.

(N.° 17.)

1.° Il divieto imposto dalla pubblica autorità ad un proprietario di mutare lo stato del fondo da occuparsi per la costruzione di un' opera pubblica, deve essere rispettato; e se dalla sua trasgressione è derivato un aumento di spesa nella esecuzione dell' opera, il proprietario è tenuto del danno.

2.° La liquidazione delle indennità dovute per la occupazione del fondo non può reputarsi compiuta ed efficace, quando, ad onta di un espresso provvedimento dell' Amministrazione, non si è, nel procedersi alla medesima, tenuto ragione de' danni imputati al proprietario. In tal caso è mestieri dar corso ad opportuni mezzi istruttorî, e riserbare all' esito l' avviso sul merito della controversia, ed i provvedimenti sulle spese. — *Avviso della Gran Corte de' Conti di Napoli (Camera del Contenzioso amministrativo) del dì 10 luglio 1850. — Causa Deputazione delle opere pubbliche di Napoli e Trombetta* (b).

(a) Molti arresti della Corte di Cassazione di Francia risolvono in tal modo la quistione; presso di noi un Rescritto reale de' 25 maggio 1850 ha deciso definitivamente che *i fiumi tutti tanto che sieno navigabili o atti a trasporto quanto che non sieno, appartengono in genere al Demanio pubblico, servendo questi ultimi agli usi delle popolazioni e delle campagne, secondo i regolamenti dell' Amministrazione pubblica.*

(b) Questo avviso è stato approvato da S. M. giusta la partecipazione Ministeriale del Ministero di Stato de' lavori pubblici, del dì 21 agosto 1850 n. 471.

(N.° 18.)

Meno il caso di stipulazioni in contrario le misure unite a' progetti di opere pubbliche non contengono che una indicazione provvisoria delle quantità di lavori da farsi: non deve tenersi conto agli appaltatori che de' lavori realmente eseguiti secondo le dimensioni notate nelle misure definitive compilate nel corso o alla fine dell' esecuzione de' lavori medesimi. — Allorchè sono stati eseguiti de' lavori al di là di quelli preveduti nel progetto, gli appaltatori debbono farne oggetto di reclamo speciale e mostrare gli ordini in virtù de' quali hanno agito, ma essi non possono essere ammessi a portare eccezione per questi lavori per respingere le riduzioni che sono fatte loro a ragione de' cambiamenti fatti in meno al progetto. — Essi non possono dimandare l' applicazione dei prezzi del progetto a' lavori eseguiti contro le prescrizioni del progetto medesimo. — *Ordinanza del dì 26 maggio 1842 che modifica a favore de' sig. Planthié e Cavaillé un arresto del Consiglio di Prefettura della Dordogne del 18 aprile 1837.*

(N.° 19.)

Allorchè un intraprenditore di lavori di terra ha accettato e ricevuto, senza fare alcuna riserva, il prezzo degli scandagli fatti a misura dell' esecuzione de' lavori, e che egli ha reclamato ed esatto anche senza riserva dopo il loro compimento l' importare delle ritenute fatte sui prezzi de' detti lavori, non può più attaccare nè il modo di verificazione nè i risultamenti ottenuti. — *Ordinanza del 20 aprile 1847 che annulla contro il sig. Lapouge un arresto del Consiglio di Prefettura della Senna del 9 settembre 1844.*

(N.° 20.)

I danni cagionati a' particolari in seguito di esecuzione di opere pubbbliche, non possono dar luogo ad indennità se non sono diretti, e materiali. — Essi possono d' altra parte venir compensati dall' accrescimento di valore risultante dall' esecuzione delle opere stesse. — *Decreto del 19 marzo 1849 che conferma contro il sig. Daube un arresto del Consiglio di Prefettura dell' Hérault del 18 agosto 1845.*

(N.° 21.)

Il proprietario che dopo di avere avuto conoscenza dell' indicazione, fatta nel quaderno di condizioni di un appalto, del suo fondo per l' estrazione de' materiali destinati ad una strada, apre esso stesso e per suo conto una cava su quel terreno, ha dritto solo ad una indennità proporzionale al danno arrecatogli e non al valore dei materiali estratti. — *Decreto del dì 24 marzo 1849 che conferma contro il sig. de Lantage un arresto del Consiglio di Prefettura della Marna del 13 ottobre 1848.*

(N.° 22.)

La clausola di uno stato estimativo che stabilisce che de' lavori di terra sono intrapresi a cottimo e che la misura preliminare (*avant-metré*) accettata dall'appaltatore servirà alla liquidazione definitiva, non cessa di essere applicabile quando sono apportate al progetto delle modificazioni, che hanno per effetto di aumentare o dimiminuire la massa de' lavori, purchè queste modificazioni sieno state prevedute nello stato estimativo e non sieno state ordinate in corso di esecuzione dall'amministrazione in virtù delle clausole e condizioni generali. — L' amministrazione, fissando il prezzo di muri non preveduti nello stato estimativo per mezzo di assimilazione ad opere analoghe, è fondata a ridurre proporzionalmente alle distanze da percorrersi la parte del detto prezzo applicabile a'trasporti delle pietre. — *Decreto del dì 2 aprile 1849 che modifica in favore del sig. Pelet un arresto del Consiglio di Prefettura delle Lozère del 6 giugno 1848.*

(N.° 23.)

L'appaltatore di costruzione di una via vicinale, il quale ha adempiute tutte le obbligazioni risultanti dal contratto di appalto, non è responsabile delle degradazioni sopravvenute durante il termine della garentia e provenienti da circostanze particolari non imputabili allo stesso appaltatore. — *Decisione del Consiglio di stato del 28 luglio 1849 che conferma a favore del sig. Force un arresto del Consiglio di Prefettura della Mayenne del 24 decembre 1846.*

(N.° 24.)

Nel caso che un locatario di una casa acquistata dallo stato per oggetto di pubblica utilità non consenta ad una risoluzione amichevole del suo contratto di locazione, l' indennità che gli è dovuta dovrà esser fissata colle formalità stabilite per la espropriazione per causa di utilità pubblica, anche nel caso che una cessione volontaria avesse rese inutili quelle formalità a riguardo del proprietario. — *Decisione del Consiglio di stato del 18 agosto 1849 che annulla a favore de' sig. Mouth e Mévolhon un arresto del Consiglio di Prefettura del Rodano del 7 maggio 1847.*

GRANDE ESPOSIZIONE DEL 1851 IN LONDRA.

Nel riportare con l' ultimo nostro fascicolo (pag. 132) il progetto della Commessione per l' edifizio destinato alla Esposizione dell' industria di tutte le nazioni, promettemmo di dare in seguito il progetto definitivamente trascelto per eseguirsi in Hyde Park. Adempiamo ora la nostra promessa, presentando nella tavola X i disegni del progetto del sig. Paxton, cui uniamo i seguenti particolari, tratti da diversi giornali artistici inglesi , e specialmente dai *Civil Engineer and Architect's Journal* e dall' *Atheneum*.

Ben diverso dal progetto della Commessione , che si distingueva per la sua gigantesca e pesante cupola , il progetto del sig. Paxton è notabile per la forma elegante , e per la scelta singolare de' materiali di cui per la maggior parte l' edifizio si compone , cioè del più solido e del più fragile fra quelli che sogliono venire adoperati nelle costruzioni , ferro e cristallo.

Crediamo inutile entrare in una diffusa descrizione della forma dell' edifizio, giacchè questa ben si scorge da' disegni della tavola X ; perciò diremo solo qualche cosa delle sue dimensioni e di taluna delle sue parti principali.

L' edifizio destinato all' esposizione ha la lunghezza di 1848 piedi inglesi , la larghezza di 408 piedi e l' altezza costante di 66 piedi, meno nel mezzo dove quest'altezza giugne a 108 piedi , a cagione di una volta semicilindrica di cristallo di 72 piedi di corda , il cui asse è normale alla lunghezza dell' edifizio medesimo. Questa volta è destinata a coprire un filare di olmi esistente nel parco e che non si è voluto distruggere.

L' intero edifizio è sostenuto da colonne di ferro fuso tutte simili per la forma , ma che variano in altezza da 14 piedi e 6 pollici a 20 piedi ; le sue facciate sono formate di telai con cristalli , ad eccezione del pianterreno , dove le pareti sono fatte di legno per essere in sito più esposto, ed anche per dar campo a quelli fra gli oggetti dell' esposizione che, come i tappeti ed altri simili lavori, debbonsi distendere lungo i muri. La copertura dell' edifizio è del pari formata da telai, ne' quali sono incastrate delle lastre di *crown glass* di 50 pollici di lunghezza, 10 di larghezza e $^1/_{10}$ di pollice di spessezza, ed è divisa in tanti piccoli tetti a due falde di 8 piedi di apertura, situati l' uno accanto all' altro, in modo da offrire l' apparenza di una superficie ondulata; questo sistema di tetti vien chiamato in inglese *ridges and valleys* ed era stato già adoperato con successo dal sig. Paxton per la copertura di stufe ed altri edifizî appartenenti alla orticoltura. Nell' incontro delle falde di questi tetti adiacenti son disposte delle docce, che raccolgono le acque di pioggia e le fanno versare in altri canali, i quali percorrono la sommità delle colonne; per l' interno di queste le acque scorrono fino al suolo , dove trovano de' tubi di ferro fuso che le conducono fuori dell' edifizio, ovviando così a tutti gli inconvenienti che si temevano dall' umidità.

Fra le disposizioni adottate onde fare che l' interno dell' edifizio si mantenga ventilato e fresco nella stagione estiva , sono a notarsi quella di disporre nella parte bassa del pianterreno il tavolato esterno al modo delle persiane, per dar passaggio all' aria senza permettere l' entrata dell' acqua , e l' altra di coprire con tele la facciata meridionale ed il tetto, onde intercettare i raggi del sole , meno nel sito della volta centrale, dove la presenza degli alberi rende necessaria la luce diretta. Questa copertura può all' uopo anche inaffiarsi ne' giorni di eccessivo calore.

Il suolo sul quale è piantato l' edifizio è leggiermente inclinato dal nord al sud , il che , essendo il pavimento interno a livello in questa direzione, fa sì che la facciata meridionale apparisca elevata sopra un basamento coperto da verdi zolle. Il pavimento interno è però anch' esso inclinato nella direzione dall' ovest all' est , cioè nel senso della lunghezza dell' edifizio, alla guisa del palco scenico di un teatro, sebbene con inclinazione minore, e ciò onde dalla parte più bassa si possa godere in certo modo dell' intero colpo d' occhio.

Il passaggio o corridoio centrale dell'edifizio ha 72 piedi di larghezza. L' ingresso principale , situato dirimpetto alla porta del parco detta *Prince's gate*, si compone di sette paia di porte , oltre alle quali si è ampiamente provveduto in altri punti all' entrata ed alla uscita de'visitanti. L'edifizio è circondato ad otto piedi di distanza all' esterno da una leggiera inferriata che lascia dietro di sè un passaggio pe' pedoni.

Oltre dell' edifizio principale ed al nord di questo , si è disposta una sala destinata alle macchine, la quale ha 946 piedi di lunghezza, 48 di larghezza e 24 di altezza.

I giornali sopra citati contengono le seguenti particolarità dalle quali si potrà ben giudicare dell' immensa quantità di materiali occorsi per la costruzione dell'edifizio dell'esposizione.

Il numero totale delle colonne di fuso di varia grandezza adoperate nelle diverse parti dell' edifizio è 3 230. Le travi di ferro fuso per sostenere la gallerie ed il tetto sono in numero di 2 244, oltre 1 128 altri pezzi intermedî di connessione e di sostegno. Vi sono 358 incavallature di ferro battuto pel tetto; e le docce ed i canali per raccogliere le acque del tetto medesimo formano una lunghezza di 34 miglia inglesi. Le tavole destinate agli oggetti da esporsi occupano 8 miglia di lunghezza ; ed i pezzi di telai per le invetriate (*sash bars*) 205 miglia. Il cristallo forma 900 000 piedi superficiali e pesa più di 400 tonnellate. Lo spazio compreso da tutto l' edifizio è di 33 milioni di piedi cubici. Tutta la spesa per costruzione, mantenimento e consumo, giusta il contratto, ascende a lire sterline 79 800 ciò che forma poco più di $^9/_{16}$

di un *penny* a piede cubico di spazio occupato, e se l'edifizio dovesse rimaner stabile, la spesa si eleverebbe a 150 000 lire o poco meno di 1 *penny* e 1/2 a piede cubico (a).

Tutto il materiale si prepara fuori del sito destinato all'edifizio, talchè ivi altro lavoro non si richiede che quello necessario per metterlo insieme, e ciò si esegue con tanta regolarità e precisione, che l'edifizio stesso si vede sorgere quasi in silenzio. Molti temporanei opificì sono stati eretti a tale oggetto nel parco, ove si può lavorare anche sino a notte avanzata alla luce del gas, che si è ivi a tale oggetto condotto.

La maggior parte de' pezzi e specialmente quelli del tetto vengon costrutti col mezzo di macchine. Tutti i lavori di ferro sono eseguiti a Birmingham da' sig. Fox e Henderson intraprenditori dell'intiero edificio, assistiti da due altre manifatture.

Diverse quistioni sono sorte intorno alla solidità dell'edifizio dell'esposizione, e fra le altre cose si proponeva di farne saggio col farvi marciare diversi battaglioni di truppe; però il *Civil Engineer* mostra gl' inconvenienti di questo esperimento, e sostiene che il sistema de' saggi, lungi dall'assicurare della solidità di una costruzione, nuoce invece a questa solidità, debilitando le parti della costruzione medesima, col far loro soffrire sforzi molto maggiori di quelli a' quali esse debbono venir sottoposte.

Un'altra quistione che si tratta di risolvere è quella della decorazione interna dell' edifizio. Il sig. Owen Jones, in un suo articolo letto innanzi all'Istituto degli Architetti Brittannici nel giorno 16 decembre ultimo, proponeva di dipingerne a colori diversi, ma disposti con armonia, le differenti parti; e ciò per evitare la monotonia che presenterebbe il colore bianco messo dappertutto, e la confusione spiacevole all'occhio che nascerebbe nelle numerose linee formate da' pezzi componenti l'ossatura dell' edifizio, come le colonne, le travi e le armature del tetto, ove esse fossero tutte egualmente dipinte in nero o in altro coloro fosco.

(a) Una lira sterlina da 20 scellini equivale a franchi 25.17 od a ducati di Napoli 5.89; un *penny* è la dodicesima parte di uno scellino. Per le misure inglesi vedi la nota (a) pag. 25.

PRINCIPII GENERALI

Secondo i quali si debbono disporre le opere de' canali di navigazione, sotto il punto di vista della frequenza del transito de' battelli.

Pel sig. Comoy ingegnere in capo de' Ponti e Strade.

(Annales des Ponts et Chaussées. — 1849.)

(Continuazione e fine, vedi pag. 108 e 146.)

CAPITOLO XVII.

Delle relazioni che esistono fra la caduta dei sostegni semplici e la velocità individuale de' battelli.

Il tempo impiegato da un battello a traversare un canale si compone di quello che è necessario per percorrere tutti i tronchi, più di quello perduto al passaggio di tutti i sostegni.

Se si cambia la caduta de' sostegni, il tempo impiegato al passaggio di ciascuno di essi varia nello stesso senso della caduta; ma d' altra parte il numero de' sostegni e la porzione della lunghezza totale del canale occupata da questi, variano l' uno e l' altra in senso contrario alla caduta. Esaminiamo ora come questi diversi elementi influiscano sulla durata intera del tragitto, è quale sia l'espressione generale di questa durata.

Noi faremo precedere questa ricerca dalle seguenti osservazioni:

La lunghezza di tutti i tronchi, per mezzo della quale si deve calcolare la porzione della durata del tragitto d' un canale, che si riferisce al cammino del battello ne'tronchi, non è uguale alla lunghezza totale del canale. Per ottenerla bisogna sottrarre da questa lunghezza totale tutte le parti che sono percorse dal battello durante i passaggi pe' sostegni, cioè la lunghezza di tutti i sostegni medesimi, più la distanza alla quale si arrestano d' ordinario i battelli prima di farli entrare ne' sostegni, ripetuta tante volte per quanti sostegni sono nel canale.

Il tempo che un battello perde al passaggio di un sostegno non è uguale alla durata totale del passaggio. Quando la navigazione è attiva e regolare il battello che sale non è mai ritardato dal votamento del sostegno, nè il battello che scende dal suo riempimento. Inoltre ogni battello non perde che il tempo di entrata nella vasca e di sortita che lo concerne, e quello che s' impiega a chiudere un paio di porte e ad aprir l' altro paio. Ma esso perde d' ordinario, oltre di quanto si è detto, un poco di tempo per mancanza di coincidenza tra l'arrivo del battello e la manovra del sostegno.

Ciò posto, indicheremo con :

L la lunghezza del canale espressa in metri ;

l la lunghezza di un sostegno aumentata della distanza alla quale il battello si arresta prima di entrare nel sostegno ;

V la velocità del battello in cammino ne' tronchi, o il numero de' metri che il battello può percorrere in un'ora;

H l' altezza totale corrispondente a tutti i sostegni ;

N il numero de' sostegni ;

x la caduta di un sostegno ;

t'' il tempo perduto dal battello : 1.° mentre che è approssimato al sostegno, che è fatto entrare nella vasca e ne è fatto uscire; 2.° durante la chiusura di un paio di porte e l' apertura dell' altro ; 3.° per mancanza di coincidenza tra l' arrivo del battello e la manovra del sostegno ;

t' il tempo impiegato, per un medio, a riempiere o votare un metro di altezza detlla vasca ;

Gli elementi t'' e t' essendo espressi in frazioni decimali dell' ora.

La lunghezza totale de'tronchi di un canale, senza comprendervi quella de' sostegni e delle porzioni de' tronchi il cui tragitto è compreso nella durata del passaggio, è data dall' espressione.

$$L - l.N.$$

E questa lunghezza sarà percorsa da un battello in un numero di ore rappresentato da :

$$\frac{L - l.N}{V}$$

Ciascun battello perde al passaggio di un sostegno, un tempo dato dall' espressione :

$$t'' + t'x$$

Il tempo perduto al passaggio di tutti i sostegni sarà dunque rappresentato da :

$$N (t'' + t' x).$$

Per conseguenza un battello che percorre tutta la lunghezza del canale senza incontrare altro ostacolo che i sostegni, impiegherà un tempo T la cui espressione generale è :

$$T = \frac{L + l.N}{V} + N (t'' + t' x).$$

Ma $H = N x$, donde $x = \frac{H}{N}$.

Sostituendo ad x questo valore nella equazione sopra riportata, e riducendo, si ha :

$$T = \frac{L}{V} + t' H + \left(t'' - \frac{l}{V} \right) N \ldots . \quad (9)$$

espressione nella quale non vi è che un sol termine che contenga il numero N de' sostegni. In questo termine, N è moltiplicato per la differenza tra le parti costanti della durata del passaggio, corrispondenti ad uno sol battello, ed il tempo che il battello metterebbe a percorrere, nel letto ordinario del canale, una lunghezza uguale a quella il cui tragitto è compreso nella durata del passaggio.

Il tempo t'' è sempre maggiore di $\frac{l}{V}$. Così, il coefficiente di N sarà sempre positivo, e per conseguenza non si può diminuire la caduta de' sostegni d'un canale senza aumentare il tempo che un battello impiega a percorrerlo, supponendo che la velocità del battello rimanga la stessa.

Questo risultamento convalida l' osservazione già fatta nel capitolo VII, sull' inefficacia della velocità de' battelli come mezzo di ottenere una maggior frequenza, giacchè si vede ora il solo mezzo di aumentare la capacità di frequenza di un canale, produrre una diminuzione nella velocità individuale media de' battelli, o altrimenti un aumento nel tempo totale che un battello impiega a percorrere tutto il canale.

È importante di osservare che si può distruggere quest' aumento di tempo dando una maggior velocità assoluta a' battelli. Noi abbiamo in fatti supposto finora che aumentando il numero de' sostegni, la velocità de' battelli, nel letto ordinario del canale, rimanesse la stessa. Ma nulla impedisce di aumentare un poco questa velocità in modo da diminuire la perdita di tempo che risulta dal maggior numero di sostegni. Facendo crescere convenientemente V, nel tempo stesso di N, nell' equazione (9), si può sempre trovare il modo di far rimanere T costante.

Ma in qualunque modo si dispongano le cose, sia conservando l' aumento nella durata del tragitto del canale, cui dà luogo l' uso di piccole cadute di sostegni, sia accrescendo la velocità assoluta del battello per non aumentare la durata del tragitto, questo aumento di durata o questo accrescimento di velocità si risolvono sempre in un aumento di nolo. È questa una conseguenza inevitabile che non devesi perder di vista negli studî relativi alla caduta de' sostegni.

Per far giudicare dell' importanza delle modificazioni introdotte nella durata del tragitto di un canale, dal cambiamento della caduta de' sostegni, applicheremo la formola (9) ad un caso particolare, e prenderemo per esempio un canale di 80 chilometri di lunghezza, di 120 me-

tri di caduta totale, e nel letto del quale i battelli camminino con una velocità di 1 200 metri all'ora.

Supponendo che il canale abbia le dimensioni de'canali a sezione media di Francia, la lunghezza totale del sostegno è di 45 metri, ed i battelli si arrestano a 60 metri dal sostegno per attendere il momento di entrarvi. Si ha dunque $l = 105^{m}.00$. Per conseguenza:

$$\frac{l}{V} = \frac{105}{1200} = 0^{o}.087.$$

Il valore di t'', dedotto da' documenti riuniti al capitolo VI, e secondo le osservazioni presentate al principio di questo capitolo, è di dieci minuti. Noi supporremo inoltre, come prima, che $t' = 1$ minuto $^1/_2$. I valori di t'' e t' espressi in frazioni decimali dell'ora sono:

$$t'' = 0^{o}.166 \text{ e } t' = 0^{o}.025.$$

Sostituendo i valori de' differenti termini nell'equazione (9), si ha:

$$T = \frac{80\ 000}{1\ 200} + 120 \times 0.025 + (0.166 - 0.087)\ N,$$

o facendo i calcoli:

$$T = 69^{o}.66 + 0^{o}.079\ N. \quad \ldots\ldots (10)$$

Si potrà facilmente scorgere, per mezzo di questa formola, la modificazione che subisce la durata del tragitto del canale in quistione, quando si cambia la caduta dei sostegni.

Se per esempio i sostegni hanno $2^{m}.40$ di caduta, vi saranno 50 sostegni, e la durata del tragitto sarà di settantatre ore e mezza.

Se i sostegni hanno $1^{m}.50$ di caduta, ve ne saranno 80, e la durata del tragitto sarà di settantasei ore.

Vedremo nel seguito di questo scritto quale influenza questo aumento di durata eserciti sul nolo.

CAPITOLO XVIII.

Delle relazioni che esistono tra la caduta dei sostegni semplici e la spesa di stabilimento de' canali.

La spesa di stabilimento de' canali varia evidentemente con la caduta de' sostegni.

È molto importante il conoscere quale influenza la caduta de' sostegni eserciti su questa spesa; di sapere se, quando si debbono usare piccole cadute con lo scopo di dare ed un canale la capacità di frequenza necessaria, non si sia condotti a spese di costruzione esagerate.

Noi divideremo le opere che compongono un canale in due categorie; da una parte i sostegni, dall' altra i lavori di terra e le opere situate nell' estensione de'tronchi, come ponti, acquidotti, scaricatoi, ec.

La spesa cagionata da' lavori di terra e dalle opere d'arte, eccettuati i sostegni, è indipendente dalla caduta di questi, e varia in proporzione della lunghezza del canale (9). La caduta de' sostegni non influisce che sulla spesa di costruzione de' sostegni medesimi.

Indicheremo con:

D la spesa totale di costruzione del canale;

π la spesa, per chilometro, cagionata da' lavori di terra e dalle opere d' arte meno i sostegni;

L la lunghezza del canale espressa in chilometri;

p la spesa di costruzione di un sostegno;

P la spesa di costruzione di tutti i sostegni;

H l' altezza totale da distribuirsi fra i sostegni espressa in metri;

N il numero de' sostegni;

x la caduta di un sostegno.

La spesa cagionata dalla costruzione di tutti i sostegni è:

$$P = N\ p.$$

Esiste d' altra parte tra x, N ed H la relazione:

$$N = \frac{H}{x}$$

Dunque:

$$P = \frac{p\ H}{x}$$

L' espressione generale della spesa di un sostegno la cui caduta è x, e la cui vasca conserva in tutti i casi la stessa lunghezza e la stessa larghezza, può, senza errore sensibile, esser considerata come di secondo grado per riguardo a x. La formola esatta comprende invero taluni termini che contengono potenze di x superiori al quadrato; ma questi termini entrano per una frazione piccolissima nella spesa totale di un sostegno, ed è possibile di ridurli alla seconda potenza di x, senza modificare l' espressione generale della spesa di stabilimento di un canale in modo da rendere erronei i risultamenti cui questa formola conduce (10).

---

(9) Vedi per la giustificazione di questa asserzione la nota B in fine di quest' articolo.

(10) Vedi, a questo oggetto, la nota B.

Si riconoscerà d'altronde facilmente che l'espressione generale della spesa di costruzione di un sostegno rinchiude de' termini che contengono la prima potenza di x e de' termini costanti; essa sarà dunque della forma:

$$p = A x^2 + B x + C \ldots\ldots (11)$$

Sostituendo questo valore di p in quello di P sopra riportato si avrà:

$$P = H \left(A x + B + \frac{C}{x} \right).$$

Per conseguenza, l'espressione generale della spesa totale di costruzione di un canale è della forma:

$$D = \pi L + H \left(Ax + B + \frac{C}{x} \right) \ldots (12)$$

Noi faremo osservare, prima di passar oltre, che la spesa totale D, che varia con x, diverrà un minimo col valore di x tratto dall'equazione:

$$d \left(Ax + B + \frac{C}{x} \right) = 0,$$

ovvero

$$A - \frac{C}{x^2} = 0,$$

donde

$$x = \sqrt{\frac{C}{A}}$$

Per rendere più sensibile l'influenza della caduta de'sostegni sulla spese di stabilimento de' canali, noi applicheremo le formole precedenti ad un caso particolare, e supporremo che il canale preso per esempio sia di sezione media.

Secondo il confronto delle spese fatte per taluni canali di recente costrutti, la spesa cagionata da' lavori di terra e dalle opere d'arte eccetto i sostegni, per un canale a sezione media sul quale non esistono difficoltà straordinarie, può esser calcolata a 100 000 franchi per chilometro. Noi abbiamo fatto il calcolo particolarizzato della spesa di un sostegno semplice di canale a sezione media in funzione della caduta (11), ed abbiamo ottenuto per A, B e C de' valori che sostituiti nell'equazione (11), danno:

$$p = 1240 \; (x^2 + 10 \, x + 30).$$

Per conseguenza l'equazione (12) diviene:

$$D = 100\,000 \; L + 1240 \left(x + 10 + \frac{30}{x} \right) H \ldots (13)$$

Il coefficiente di H, in questa equazione, rappresenta la spesa cagionata da' sostegni per ogni metro di caduta. É interessante di osservare come questa spesa varia con la caduta, e noi ne riporteremo i diversi valori nel quadro seguente:

CADUTE DEI SOSTEGNI x.	SPESE CAGIONATE PER METRO DI CADUTA CON SOSTEGNI AVENTI LA CADUTA x.
metri.	franchi.
0. 50	87 420
1. 00	50 840
1. 50	39 060
2. 00	33 480
2. 50	30 380
3. 00	28 520
3. 50	27 367
4. 00	26 660

Il valore del metro di caduta cresce rapidamente quando la caduta diviene molto piccola. Per ciò che noi abbiamo detto precedentemente, questo valore diviene un minimo per $x = \sqrt{\frac{C}{A}} = \sqrt{30} = 5^{m}.48$. Con questa caduta di $5^{m}.48$, la spesa del metro cubico è di 25 990 franchi.

Ma le differenze grandissime che esistono tra certe cifre del quadro sopra riportato, sono attenuate quando si riguarda la spesa totale di stabilimento di un canale, giacchè allora a' termini variabili dipendenti dalla costruzione de' sostegni si aggiugne un termine costante, quello che rappresenta la spesa di costruzione di tutte le altre opere del canale.

Per giustificare questa osservazione, calcoleremo i diversi valori della spesa totale di stabilimento di un canale con cadute di sostegno differenti in un caso particolare, e supporremo che si tratti di un canale di 80 chilometri di lunghezza avente 120 metri di caduta totale.

La spesa di stabilimento data dall'equazione (13) diverrà allora:

(11) Vedi, pei particolari di questo calcolo, la nota B.

$$D = 8\ 000\ 000 + 148\ 800 \left(x + 10 + \frac{30}{x} \right). \quad (14)$$

dando ad x diversi valori, si deducono dall'equazione (14) quelli di D contenuti nel quadro seguente :

CADUTE DEI SOSTEGNI x.	SPESE TOTALI DI COSTRUZIONE DEL CANALE CON SOSTEGNI AVENTI LA CADUTA x.
metri.	franchi.
0. 50	18 490 400
1. 00	14 100 800
1. 50	12 687 200
2. 00	12 017 600
2. 50	11 645 600
3. 00	11 422 400
3. 50	11 284 040
4. 00	11 199 200

Come abbiamo fatto osservare di sopra, è sempre con la caduta $x = 5^m.48$ che la spesa totale di costruzione del canale raggiugne il suo minimo valore.

Siccome non mai avviene che si costruiscano de' sostegni di $5^m.48$ di caduta, bisogna conchiudere da ciò che precede che, ne' limiti fra i quali rimangono d'ordinario le cadute de' sostegni, più la caduta diminuisce, più la spesa assoluta di costruzione aumenta, ed anche che l' aumento diviene più rapido secondo che le cadute divengono più piccole.

Non si deve però trarre da questa conchiusione la conseguenza che, sotto il rapporto della spesa, sia conveniente di adottare forti cadute di sostegno; giacchè, e questa osservazione è molto importante, non è la cifra della spesa assoluta di un canale che può far giudicare dell' utilità di questa spesa; si deve, per acquistare esatte nozioni su questo soggetto, paragonare la cifra della spesa assoluta col servizio che il canale può rendere. Così un canale la cui spesa di stabilimento fosse doppia di quella di un altro canale, e che potesse dar passaggio ad un numero doppio di battelli, dovrebbe evidentemente esser considerato come costando non più di quest' ultimo (12).

È dunque soltanto per mezzo del rapporto tra la spesa di costruzione e la capacità di frequenza di un canale che si possono calcolare con esattezza le spese che debbono risultare dal suo stabilimento.

Noi chiameremo *unità di frequenza* l' elemento del quale questo rapporto farà conoscere il valore, e ricercheremo quale sia la sua espressione generale.

La spesa fatta per ottenere il passaggio di una tonnellata di mercanzia per mezzo di un canale, è uguale all' interesse della spesa totale di costruzione del canale, diviso pel numero di tonnellate al quale il canale può dar passaggio durante un anno.

L' interesse della spesa annuale di costruzione è 0.05. D.

Secondo i documenti del capitolo II, la frequenza quotidiana essendo F, la frequenza annuale espressa in numero di battelli sarà $\frac{F}{0.005}$. Noi abbiamo supposto che il numero de' battelli voti sia uguale a quello de' battelli carichi, e che ogni battello carico porti 100 tonnellate. La frequenza annuale espressa in tonnellate sarà dunque $\frac{F.\ 50}{0.\ 005}$, ovvero 10 000 F.

Il valore U dell' unità di frequenza sarà dunque dato dalla formola :

$$U = 0.000005.\ \frac{D}{F}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

Se nell' equazione (12) si riuniscono i termini costanti, il valore della spesa di stabilimento di un canale può esser presentato sotto la forma generale :

$$D = \frac{A'\ x^2 + B'x + C'}{x}$$

L' espressione della frequenza o del numero de' battelli che il canale può ammettere per giorno è, secondo l'equazione (2) del capitolo VIII, della forma generale :

$$F = \frac{1}{M + Nx}$$

Il rapporto $\frac{D}{F}$ sarà dunque dato dalla formola :

(12) Noi supponiamo qui che, ne' due casi, l' utilità del canale sia reale, che ciascun canale riceva tanti battelli quanti ne può far passare. Altrimenti l' eccesso di potenza del primo canale sarebbe perfettamente inutile e per conseguenza onerosa pel paese. Giacchè dare una gran capacità di frequenza ad un canale che non deve trasportare che una piccola quantità di mercanzie, è creare a troppo caro prezzo la facoltà di fare questi trasporti. Ciò è chiaro abbastanza perchè sia inutile insistervi. Si ammetterà senza difficoltà che, siccome la spesa di stabilimento de' canali cresce con la loro potenza, un canale sarà sopra tutto giovevole al pubblico quando vi sarà armonia tra la sua capacità di frequenza e la quantità delle mercanzie da trasportare.

$$\frac{D}{F} = \frac{(M + Nx)\,(A'x^2 + B'x + C')}{x}$$

Ovvero eseguendo i calcoli ed indicando i coefficienti elle diverse potenze di x con a, b, c e d:

$$\frac{D}{F} = \frac{ax^3+bx^2+cx+d}{x}$$

Per conseguenza, l' espressione (15) dell' unità di frequenza diverrà.

$$U = 0.000005 \left(\frac{ax^3 + bx^2 + cx + d}{x} \right) . . (16)$$

Il valore di U varia con x, come faceva quello di D, ma seguendo una legge diversa.

L' unità di frequenza raggiugne un massimo col valore di x tratto dall' equazione.

$$d \left(\frac{ax^3 + bx^2 + cx + d}{x} \right) = 0 ,$$

donde

$$\frac{2ax^3 + bx^2 - d}{x^2} = 0.$$

Ciò che richiede che:

$$2\,ax^3 + bx - d = 0 \quad . \ . \ . \ . \ (17)$$

Questa equazione dà un valore reale e positivo per x. Noi non ne presenteremo qui la soluzione generale: ciò condurrebbe a calcoli molto lunghi e senza utilità; ci contenteremo di farne un' applicazione al caso particolare che abbiamo scelto per calcolare la spesa totale di costruzione di un canale.

Eseguendo i calcoli, il valore di D dato dell' equazione (14) diviene:

$$D = \frac{148\,800\,x + 9\,488\,000\,x + 4\,464\,000}{x}$$

Il valore di F è, secondo l' equazione (3) del capitolo VIII.

$$F = \frac{1440}{21 + 3\,x}$$

Queste due equazioni daranno, per le diverse potenze di x, de' coefficienti numerici i quali sostituiti nell' equazione (16), produrranno il seguente valore di U:

$$U = 0.000005 \frac{310.00x^3 + 21\,950.55\,x^2 + 147\,666.66\,x + 65\,100.00}{x} (18)$$

Per conseguenza l' equazione (17) diviene:

$$620.00x^3 + 21\,950.55\,x^2 - 65\,100 = 0;$$

o riducendo

$$x^3 + 35.40\,x^2 - 105.00 = 0.$$

Risolvendo questa equazione numerica, e limitandosi alle due prime cifre decimali, si trova:

$$x = 1^m.\,68.$$

Così, nel caso particolare che noi abbiamo scelto, è per la caduta di sostegno $1^m.68$ che l' unità di frequenza raggiugne il suo più piccolo valore; mentre che la caduta di sostegno che assicura la più debole spesa totale di stabilimento è di $5^m.48$. Questo confronto fa vedere quanto sia importante, in tale quistione, di aver riguardo alla capacità di frequenza de' canali.

Noi presenteremo qui il quadro de' valori dell'unità di frequenza nel caso particolare che abbiamo precedentemento adottato.

Questi valori potrebbero esser calcolati direttamente per mezzo dell' equazione (18) presentata qui sopra, ma si può ricavarli più semplicemente da' valori di D e di F già calcolati, moltiplicando il quoziente di queste due quantità per 0.000005. I risultamenti de' calcoli sono notati nel seguente quadro:

CADUTA DEL SOSTEGNO.	VALORI DELLA FREQUENZA	SPESA TOTALE DI COSTRUZIONE DEL CANALE.	RAPPORTO DELLA SPESA ALLA FREQUENZA, O VALORE DELL' UNITA' DI FREQUENZA.
metri.	battelli.	franchi.	franchi.
0. 50	64. 00	18 490 400	1. 444 562
1. 00	60. 00	14 100 800	1. 175 067
1. 50	56. 47	12 687 200	1. 123 358
2. 00	53. 33	12 017 600	1. 126 720
2. 50	50. 53	11 645 600	1. 152 345
3. 00	48. 00	11 422 400	1. 189 833
3. 50	45. 71	11 284 040	1. 234 307
4. 00	43. 64	11 199 200	1. 283 135

Si riconosce in questo quadro l'esistenza del valore minimo dell' unità di frequenza. Noi abbiamo trovato che la caduta che dà questo valore minimo è esattamente $1^m.68$, e con questa caduta il valore dell' unità di frequenza è fr. 119 375. Rimane dunque stabilito da' calcoli pre-

cedenti, che esiste una certa caduta di sostegno con la quale si ottiene un minimo per la spesa assoluta di costruzione di un canale, ma che un' altra caduta di sostegno, molto minore della prima, dà un minimo pel valore dell' unità di frequenza, o in altri termini, pel rapporto tra la spesa di costruzione e l' utilità del canale. E come è soltanto per mezzo di questo rapporto che si può giudicare del prezzo più o meno caro di un' opera, bisogna conchiuderne che la caduta che procura il minimo valore per l' unità sia quella che dà la soluzione più vantaggiosa sotto il rapporto della spesa di stabilimento.

Il quadro de' diversi valori dell' unità di frequenza dà luogo ad una osservazione importante: questi valori aumentano molto più rapidamente dal lato delle cadute decrescenti che dal lato delle cadute crescenti. Così, nell'esempio numerico adottato, il valore minimo dell' unità di frequenza, che è di fr. 1.12, corrisponde alla caduta di $1^m.68$, o in numero rotondo di $1^m.70$; e per raggiugnere il valore di fr. 1.28, basta di abbassare la caduta a $0^m.70$ da un lato, mentre che dall'altro è d'uopo elevarla sino a 4 metri. La differenza è di 1 metro per le cadute decrescenti e di $2^m.30$ per le cadute crescenti.

Così, sotto il rapporto della spesa di costruzione, le cadute inferiori a quella che dà minimo pel valore dell'unità di frequenza, pongono i canali in condizioni meno buone che le cadute superiori.

CAPITOLO XIX.

Della scelta da fare tra le differenti cadute di sostegni che possono soddisfare ad una data frequenza facendo variare la durata quotidiana della navigazione.

Noi possediamo ora tutti gli elementi che ci porranno nel caso di determinare, in un modo generale, in qual senso deve esser risoluta la quistione della caduta de'sostegni, e di fare una scelta fra le diverse soluzioni che possono convenire a ciascun caso particolare.

Occupiamoci dapprima de' canali a sostegni semplici. Questi canali, come abbiamo veduto, possono soddisfare a frequenze molto elevate e tali che poche vie di comunicazione ne presentano maggiori.

Le ricerche riportate ne' capitoli che precedono ci permettono di stabilire i seguenti principî:

La caduta de' sostegni influisce sola sulla capacità di frequenza de' canali, e questa capacità di frequenza varia in senso contrario alla caduta de' sostegni.

Colla stessa caduta di sostegno, la quantità delle mercanzie trasportate varia in oltre proporzionalmente alla durata quotidiana della navigazione.

Si può, per conseguenza, soddisfare ad una frequenza determinata per mezzo di diverse cadute di sostegni, adottando, con ciascuna di esse, una durata quotidiana di navigazione diversa e convenientemente regolata.

La caduta de' sostegni e la durata quotidiana della navigazione divengono così gli elementi essenziali della quistione che ci occupa. Essi reagiscono sulle altre condizioni dello stabilimento de' canali e su quelle della navigazione, come mostreremo.

Il volume d'acqua usato pel passaggio sia di una quantità determinata di mercanzie, sia di tutte le mercanzie che il canale può ricevere, aumenta e diminuisce con la caduta de' sostegni.

La lunghezza de' tronchi varia in proporzione della caduta de' sostegni; non vi è, per conseguenza, inconveniente alcuno, per l' altezza d' acqua de' tronchi ed avuto riguardo alla quantità di cui quest' altezza diminuisce durante la manovra del sostegno di sotto corrente, ad usare piuttosto una che un' altra caduta. Quando un canale è possibile, sotto questo rapporto, con una certa caduta di sostegno, lo è egualmente, salvo taluni casi molto rari, con ogni altra caduta più piccola della prima.

La spesa di stabilimento de' canali varia con la caduta de' sostegni. Ne' limiti fra i quali le cadute sono d' ordinario ristrette, essa aumenta quando la caduta diminuisce, e reciprocamente. Ma il rapporto tra la spesa di stabilimento e la capacità di frequenza, rapporto che dà il valore dell' unità di frequenza, non segue la stessa legge. Questo rapporto diviene minimo per una certa caduta di sostegno che, in un esempio che riproduce le condizioni medie de'canali di Francia, è stato trovato di $1^m.70$. Il valore dell' unità di frequenza cresce molto più rapidamente dal lato delle cadute decrescenti dopo il punto minimo, che dal lato delle decadute crescenti.

La durata del tragitto di un battello per un canale varia con la caduta de'sostegni ed in senso contrario a questa caduta. L'aumento della durata del tragitto che risulta così dalla diminuzione della caduta di sostegno non ha alcun inconveniente sotto il punto di vista teorico della frequenza, ma esso aumenta il nolo e può per conseguenza, in taluni casi, comprimere una parte de' trasporti.

Infine la navigazione di notte, alla quale si è condotti usando una caduta di sostegno che, per soddisfare ad una data frequenza, richiede più di dodici ore di cammino de' battelli al giorno, ha l' inconveniente di moltiplicare le probabilità di accidenti e di aumentare il nolo.

Tali sono i principî l' esistenza de' quali è stata dimostrata da ciò che precede, e che noi passiamo ad applicare alla ricerca della caduta che conviene adottare pei sostegni di un canale.

Come abbiamo già detto, si può soddisfare in diversi modi ad una frequenza data, facendo variare convenientemente la caduta di sostegno e la durata quotidiana di navigazione.

Passeremo ad esaminare, secondo i principî che ab-

iamo riepilogati e sotto differenti rapporti, quali sarebbero le conseguenze delle diverse disposizioni, sia per o stabilimento del canale, sia per la navigazione, e quale ia, per conseguenza, tra tutte le soluzioni possibili, juella che devesi preferire.

Della lunghezza dei tronchi. — Sotto questo rapporto la :aduta di sostegno è indifferente; noi non ci occuperemo oltre di questo oggetto.

Del consumo d' acqua. — La parte del consumo d' acqua d' un canale, che è cagionata da' passaggi, varia iello stesso senso che la caduta de' sostegni. Se due cadute di sostegno mettessero, sotto tutti gli altri rapporti, in canale nelle stesse condizioni, questa considerazione lovrebbe dunque fare adottare la più piccola caduta; ma se ' eguaglianza di condizioni che ora abbiamo ammessa non siste, la considerazione del consumo d' acqua sarà raramente di natura tale da fare abbandonare altri vantaggi; giacchè il consumo d' acqua de' passaggi non è d' ordinario che una parte molto debole del consumo totale di un canale, ed è quasi sempre facile di provvedere all' eccesso di consumo d' acqua che risulta dall' uso di una caduta di sostegno più forte.

Della spesa di stabilimento de' canali. — Esiste per ogni canale una caduta C, che assicura un valore minimo all' unità di frequenza. Indichiamo con Q la quantità di tonnellate che si possono far passare annualmente sul canale, supponendo che i sostegni abbiano la caduta C e che i battelli navighino soltanto di giorno.

Se si mancasse di dati intorno alla frequenza di un canale, e si volesse stabilir questo in modo che l' utilità che se ne potesse ritrarre costasse il meno possibile, è evidentemente la caduta di sostegno C che si dovrebbe adottare.

Ma in generale si hanno, sul movimento di commercio probabile di un canale, se non dati rigorosi, almeno documenti che permettono di rinchiudere fra certi limiti il tonnellaggio che il canale dovrà ricevere, ed adottare per questo tonnellaggio una cifra che si approssimi alla verità.

Supponiamo che sia così. Potrà allora accadere che il tonnellaggio delle mercanzie da trasportarsi sia inferiore, uguale o superiore alla quantità Q.

Nel primo caso, si deve dare ai sostegni la caduta, sempre allora più grande di C, con la quale si può assicurare il tonnellaggio previsto, non facendo camminare i battelli che il giorno. Sarebbe inutile pel canale e contrario agli interessi generali di usare una caduta più debole, giacchè ogni eccesso di potenza di un canale cagiona un eccesso di spesa, che è fatto in pura perdita se l' eccesso di potenza non è messo a profitto.

Nel secondo caso, la caduta C risolve compiutamente la quistione. Tuttavia, prima di pronunziare intorno all' efficacia di questa caduta, bisogna ricercare quale sia la sua influenza sul nolo, e se non sia possibile di mettere il nolo in migliori condizioni, usando una caduta di sostegno più forte e facendo allora navigare i battelli durante il giorno ed una parte della notte. Ciò è quanto noi esamineremo più lungi.

Nel terzo caso, se i battelli non navigassero che il giorno, bisognerebbe usare una caduta di sostegno più piccola di C; ma se si ammettesse inoltre la navigazione durante una parte della notte, si potrebbe usare la caduta C ed anche una caduta maggiore.

Prima di ricercare quale influenza la navigazione di notte eserciti sul prezzo de' trasporti e fra quali limiti questa navigazione sia ammissibile, noi esamineremo quale aumento di tonnellaggio si possa ottenere abbassando la caduta al disotto di C; giacchè, come si è visto al capitolo VIII, in qualunque modo si riduca la caduta di sostegno, la frequenza de' canali a sostegni semplici non può oltrepassare un certo limite che varia per altro con la durata quotidiana della navigazione. È necessario di conoscere questo limite.

Noi abbiamo calcolata la caduta C per un canale che presentasse le condizioni medie di esistenza de' canali di Francia, e l' abbiamo trovata in numero rotondo di $1^{m}.70$.

Secondo i calcoli del capitolo VIII e le condizioni ammesse nel capitolo II, un canale a sezione media i cui sostegni avessero $1^{m}.70$ di caduta e sul quale non si navigasse che il giorno, darebbe passaggio a 550 000 tonnellate all' anno.

Usando cadute inferiori ad $1^{m}.70$, la frequenza aumenterebbe; e con la sola navigazione del giorno, il canale potrebbe, per esempio, dar passaggio:

Per una caduta di $1^{m}.20$, a 580 000 tonnellate;
di $0^{m}.70$, a 620 000.

Così abbassando la caduta per un metro al di sotto di quella che dà il minimo valore all' unità di frequenza, non si otterrebbe che un aumento di tonnellaggio di $1/8$ al più.

Ma si è visto pe' calcoli del capitolo XVII, quanto il valore dell' unità di frequenza cresce rapidamente quando la caduta di sostegno diminuisce, restando inferiore a C. Il vantaggio minimo ora indicato non si otterrebbe quindi che a prezzo di un aumento considerabile nella spesa di costruzione del canale.

Se per conseguenza, quando si deve dar passaggio a 620 000 tonnellate, per esempio, si potesse adottare la caduta di $1^{m}.70$, con una navigazione di notte che non mettesse i trasporti in condizioni inammissibili, questa soluzione sarebbe preferibile a quella che rende necessario l' uso di cadute di $0^{m}.70$.

Se la frequenza preveduta oltrepassasse le cifre indicate di sopra, sarebbe, in ogni stato di cose, impossibile di ammetter la sola navigazione di giorno. Nessuna caduta

di sostegno potrebbe assicurare questa frequenza. In questo caso sarebbe necessario far camminare i battelli durante la notte, e si potrebbe con questo mezzo aumentare considerabilmente la quantità di mercanzie trasportate. Nel limite, cioè, come abbiamo ammesso, quando la navigazione di giorno e di notte dà in totalità venti ore di cammino effettivo, le cifre di frequenza diverrebbero:

Per la caduta di $1^{m}.70$, 920 000 tonnellate.
di $1^{m}.20$, 970 000
di $0^{m}.70$, 1030 000

Queste cifre sono tanto elevate, che è da dubitare che vi sia mai bisogno di navigare per tutta la notte ed anche di usare, con la navigazione di notte, una caduta inferiore a quella che dà il minimo valore all' unità di frequenza.

Per questi casi estremi, vi sarebbe inoltre luogo ad esaminare se non fosse preferibile usare sostegni doppî, e ciò noi faremo nel seguito di questo scritto.

Per ora supporremo che il tonnellaggio delle mercanzie da trasportarsi rimanga fra certi limiti che danno luogo soltanto a ricercare se sia preferibile di aumentare la caduta di sostegno navigando una parte della notte, o di navigare soltanto di giorno, usando una caduta di sostegno più piccola.

Della velocità individuale de' battelli, della navigazione di notte e del nolo. — Le diverse soluzioni possibili, per la caduta de' sostegni di un canale, rendono necessarî diversi modi di navigazione ed apportano variazioni nel tempo che un battello impiega a percorrere tutto il canale. Per conseguenza, esse non cagionano tutte la stessa spesa di alaggio. Il nolo non è costante qualunque sia la soluzione che si adotti.

È necessario di conoscere l' influenza che ciascuna soluzione esercita sul valore del nolo; giacchè, come abbiamo già fatto osservare, non è indifferente, nell' interesse della frequenza del transito, che il nolo sia più o meno elevato. Le condizioni di navigazione sono talvolta tanto dilicate che basta un debole aumento di nolo per far cessare una parte de' trasporti. E non bisognerebbe, nello scopo di ottenere un tonnellaggio determinato, adottare disposizioni tali che aumentassero abbastanza il nolo per impedire ad una parte di questo tonnellaggio di prodursi.

Il nolo cresce col tempo totale che un battello mette a percorrere il canale. D' altra parte, questo tempo varia in senso contrario alla caduta de' sostegni, come si è visto nel capitolo XVII. Dunque, quando si diminuisce la caduta de' sostegni, il nolo aumenta.

Se, per diminuire la durata del tragitto, si usa una caduta di sostegno più forte di quella che assicura il tonnellaggio previsto con la sola navigazione di giorno, bisogna, come abbiamo detto, che si navighi inoltre per una parte della notte; giacchè senza ciò il canale non potrebbe più dar passaggio a tutte le mercanzie che debbono presentarvisi. Ora la navigazione di notte cagiona spese più forti che non quella di giorno. In questo modo si aumenta dunque anche il nolo.

Così quando, per soddisfare ad una data frequenza, si adoperano cadute di sostegni molto piccole, navigando solo di giorno, si aumenta il nolo poichè si allunga il tempo che un battello mette a percorrere tutto il canale. Quando, al contrario, si usano cadute di sostegni molto grandi, si aumenta ancora il nolo giacchè la navigazione di notte, che diviene allora necessaria, costa più caro di quella di giorno. Deve dunque esistere una caduta intermedia con la quale il nolo diviene un minimo.

La ricerca di questo minimo è molto importante. Per avere l' espressione generale della caduta che lo proccura, bisognerebbe dapprima esprimere il nolo in funzione della frequenza che si vuole ottenere, della durata quotidiana della navigazione di giorno e di notte, e delle spese che cagiona l' alaggio, sia di giorno sia di notte. Ciò non presenta serie difficoltà; ma si è così condotti ad una formola molto complicata che abbiamo creduto inutile di qui riportare. Abbiamo preferito presentare i calcoli numerici relativi ad un canale determinato ed a' differenti casi di frequenza che si possono presentare. Questi calcoli, che seguono di passo in passo le considerazioni sulle quali sarebbero poggiate le formole generali, possono esser considerati come un' applicazione di queste formole a taluni casi particolari e co'dati numerici che si adottano.

Bisogna prima di ogni altro fissare le idee sul valore che si deve attribuire alle spese di alaggio durante il giorno e durante la notte.

Numerose osservazioni ci hanno messi nel caso di riconoscere che sopra un canale a sezione media nel quale i battelli camminano d'ordinario con una velocità di 1 200 metri all' ora ne' tronchi, l' alaggio di giorno cagiona una spesa che si può calcolare per un medio per franchi 0.011 a tonnellata e ad ora, avendo riguardo al ritorno del battello voto. Qualche volta la spesa è inferiore a questa cifra, ma spesso anche è superiore. Noi crediamo che adottando franchi 0.011 per le spese di alaggio per tonnellata e per ora di giorno si sarà in condizioni ragionevoli.

L' alaggio di notte cagiona spese molto più forti che quello di giorno. Quantunque la spesa dell'affitto del battello sia allora più debole, la spesa totale di alaggio è tale che deducendo quella delle ore di giorno calcolata a ragione di franchi 0.011 all' ora, si trovano franchi 0.020 per le spese di alaggio per tonnellata e per ora di notte, avendo riguardo come sopra al ritorno del battello voto. Queste cifre risultano da osservazioni pratiche fatte sul canale del Centro.

Consideriamo ora ciò che avviene sul canale di 80 chi-

lometri di lunghezza e di 120 metri di caduta totale, scelto come esempio nel capitolo XVII, e che un battello percorre in un tempo totale T dato dall' equazione (10):

$$T = 69^{o}.66 + 00^{o}.079.\ N.$$

Questa equazione è stata stabilita supponendo che i battelli camminino, ne' tronchi, con una velocità di 1 200 metri all' ora. È con la stessa supposizione che si sono calcolate le spese di alaggio indicate qui sopra. Si potranno dunque applicare queste spese di alaggio alle durate di navigazione di giorno e di notte che darà l'equazione (10).

Noi abbiamo indicato precedentemente con Q la quantità di mercanzie che si possono far passare sopra un canale i cui sostegni hanno la caduta C che dà il minimo valore all' unità di frequenza, supponendo che si navighi solo di giorno.

Esamineremo ciò che diviene il valore del nolo in diversi casi, cioè:

1.° Quando la quantità di mercanzie da trasportarsi è inferiore a Q;

2.° Quando essa è uguale a Q;

3.° Quando essa è superiore a Q, e rimane fra i limiti di capacità che hanno i sostegni semplici colla sola navigazione di giorno;

4.° Quando essa è superiore a Q, ed oltrepassa i limiti indicati.

Ricercheremo, in ciascun caso, i valori del nolo, supponendo che si adottino differenti cadute di sostegno con durante quotidiane di navigazione determinate in modo da assicurare la voluta frequenza.

Primo caso. — Supponiamo che il canale debba dar passaggio a 500 000 tonnellate per anno.

Secondo i dati del capitolo II, questa frequenza corrisponde ad un passaggio di 50 battelli per giorno al massimo, su' canali a sezione media, i battelli de' quali portano 100 tonnellate. L' equazione (3) del capitolo VIII fa inoltre conoscere che i sostegni potranno dar passaggio a questi 50 battelli per giorno, navigando nella sola giornata, se si dà loro $2^{m}.60$ di caduta.

Noi supporremo ora che la durata quotidiana della navigazione aumenti, che essa sia successivamente di tredici e di quattordici ore. Calcolando per ciascun caso, per mezzo della formola (3), la caduta di sostegno che dà una frequenza di 50 battelli, si giugne a'risultamenti che seguono:

DURATA QUOTIDIANA DELLA NAVIGAZIONE.	CADUTE DE' SOSTEGNI CHE, CON LE DIVERSE DURATE QUOTIDIANE DI NAVIGAZIONE, ASSICURANO LA FREQUENZA DI 500 000 TONNEL.
ore.	metri.
12	2. 60
13	3. 40
14	4. 20

La caduta totale del canale essendo di 120 metri, si otterrà facilmente il numero N di sostegni corrispondenti a ciascuna caduta e per conseguenza, per mezzo dell'eguazione (10) sopra riportata, la durata totale del tempo necessario ad un battello per percorrere il canale. Questi risultamenti sono notati nel seguente quadro:

CADUTE DE' SOSTEGNI.	NUMERO DI SOSTEGNI.	DURATA TOTALE DEL TEMPO NECESSARIO AD UN BATTELLO PER PERCORRERE IL CANALE.
metri.		ore.
2. 60	46	73. 30
3. 40	36	72. 50
4. 20	29	71. 95

Noi supporremo, come abbiamo fatto finora, che la durata media della navigazione effettiva di giorno sia di dodici ore; allora ciascun' ora che, nella durata quotidiana della navigazione, oltrepassa questa cifra 12, appartiene alla navigazione di notte.

Dividendo le durate totali indicate qui sopra proporzionalmente a' numeri delle ore di navigazione di giorno e di notte, ammessi per ciascuna giornata di cammino, si giugne a' risultamenti che seguono:

CADUTE DE' SOSTEGNI.	NUMERO DI ORE IMPIEGATE A PERCORRERE TUTTO IL CANALE,	
	nel giorno.	nella notte.
metri.	ore.	ore.
2. 60	73. 30	0. 00
3. 40	66. 93	5. 79
4. 20	61. 67	10. 64

Applicando alle durate di navigazione di giorno e di notte i prezzi di alaggio per tonnellata e per ora, in-

dicati qui sopra, si ottengono i valori seguenti, per la totalità delle spese di alaggio ne'differenti casi esaminati:

CADUTE DEI SOSTEGNI.	SPESA TOTALE DI ALAGGIO PER UNA TONNELLATA E PER TUTTA LA LUNGHEZZA DEL CANALE.
metri.	franchi.
2. 60	0. 806
3. 40	0. 848
4. 20	0. 884

Il nolo aumenta dunque sempre, in questo caso, con la durata quoditiana della navigazione; il suo minimo valore corrisponde allora alla caduta di sostegno che assicura la frequenza data con la sola navigazione di giorno.

Secondo caso. — Noi abbiamo veduto che il valore dell' unità di frequenza è il minimo possibile, sul canale che noi consideriamo, quando i sostegni hanno $1^{m}.70$ di caduta.

Con questa caduta di sostegno, navigando solo di giorno, un canale a sezione media può dar passaggio a 550 000 tonnellate per anno; ciò che, secondo i dati ammessi nel capitolo II, corrisponde ad un passaggio di 55 battelli al giorno.

Noi prenderemo dunque 550 000 tonnellate per la quantità di mercanzie che il canale deve ricevere, nel secondo caso. Calcolando allora i diversi elementi della quistione, come si è fatto precedentemente, si giugne a'seguenti risultamenti:

DURATA QUOTIDIANA DELLA NAVIGAZIONE.	CADUTE DI SOSTEGNI CHE ASSICURANO LA FREQUENZA DI 500 000 TONNELLATE.	NUMERO DI SOSTEGNI	DURATA TOTALE DEL TEMPO IMPIEGATO DA UN BATT. A PERCORR. IL CANALE.	NUMERO DI ORE IMPIEGATE A PERCORRERE TUTTO IL CANALE, il giorno	la notte	SPESA TOTALE DI ALAGGIO PER UNA TONNELLATA E PER TUTTA LA LUNGHEZZA DEL CANALE.
ore.	metri.		ore.	ore.	ore.	franchi.
12	1. 72	70	75. 19	75. 19	0. 00	0. 827
13	2. 45	40	73. 53	67. 88	5. 65	0. 860
14	3. 18	38	72. 66	62. 28	10. 38	0. 893
15	3. 91	31	72. 11	57. 68	14. 43	0. 923

In questo caso ancora, il nolo aumenta sempre con la durata quotidiana della navigazione, e la soluzione che ammette la sola navigazione di giorno è la più vantaggiosa sotto il rapporto del nolo.

Terzo caso. — Supponiamo ora che la quantità di mercanzie da trasportarsi oltrepassi la cifra del secondo caso, senza elevarsi al di là della capacità di frequenza de'sostegni semplici. Portiamo questa quantità di mercanzie a 600 000 tonnellate.

I sostegni debbono allora esser disposti per dar passaggio a 60 battelli per giorno.

Facendo con questi dati la serie de' calcoli indicati nel primo caso, si giugne a' risultamenti seguenti:

DURATA QUOTIDIANA DELLA NAVIGAZIONE.	CADUTE DI SOSTEGNI CHE ASSICURANO LA FREQUENZA DI 600 000 TONNELLATE.	NUMERO DI SOSTEGNI	DURATA TOTALE DEL TEMPO IMPIEGATO DA UN BATTELLO A PERCORR. IL CANALE.	NUMERO DI ORE IMPIEGATE A PERCORRERE TUTTO IL CANALE, il giorno	la notte	SPESA TOTALE DI ALAGGIO PER UNA TONNELLATA E PER TUTTA LA LUNGHEZZA DEL CANALE.
ore.	metri.		ore.	ore.	ore.	franchi.
12	1. 00	120	79. 14	79. 14	»	0. 870
13	1. 66	72	75. 35	69. 56	5. 79	0. 881
14	2. 33	50	73. 61	63. 10	10. 51	0. 904
15	3. 00	40	72. 82	58. 27	14. 55	0. 932
16	3. 66	33	72. 27	54. 20	18. 07	0. 958

La soluzione che include la sola navigazione di giorr è ancor qui la più vantaggiosa sotto il rapporto del nol

Intanto la differenza fra i valori del nolo corrispon denti alle cadute de' sostegni di 1 metro e di $1^{m}.66$, molto debole, e certamente, in queste condizioni, la ca duta di $1^{m}.66$ non sarebbe di natura tale da diminuir il numero de' trasporti, se quella di 1 metro permettess loro di compiutamente svilupparsi, come, d' altra parte, caduta di 1 metro cagionerebbe una spesa di costruzio molto più forte di quella di $1^{m}.66$; è quest' ultima cl si dovrebbe preferire.

Questa caduta è ben poco diversa da quella che ass cura il minimo valore all' unità di frequenza.

Quarto caso. — Noi esamineremo infine ciò che avvier quando la frequenza oltrepassa il limite della potenza ch acquistano i sostegni semplici, con la sola navigazione giorno.

Supporremo che la quantità di mercanzie da traspo tarsi per anno sia di 800 000 tonnellate; ciò che richi de che i sostegni possano dar passaggio ad 80 battelli giorno.

Calcolando, come si è fatto nel primo caso, i diversi elementi della quistione con questi dati, si giugne a' risultamenti seguenti:

DURATA QUOTIDIANA DELLA NAVIGAZIONE.	CADUTE DI SOSTEGNI CHE ASSICURANO LA FREQUENZA DI 800 000 TONNELLATE.	NUMERO DI SOSTEGNI	DURATA TOTALE DEL TEMPO IMPIEGATO DA UN BATTELLO A PERCORR. IL CANALE.	NUMERO DI ORE IMPIEGATE A PERCORRERE TUTTO IL CANALE,		SPESA TOTALE DI ALAGGIO PER UNA TONNEL. E PER TUTTA LA LUNGH. DEL CAN.
				il giorno	la notte	
ore.	metri.		ore.	ore.	ore.	franchi.
16	1. 00	120	79.14	59.38	19.76	1. 048
17	1. 50	80	75.98	53.63	22.35	1. 037
18	2. 00	60	74.40	49.62	24.78	1. 041
19	2. 50	48	73.45	46.43	27.02	1. 051
20	3. 00	40	72.82	43.70	29.12	1. 063

In questo caso, il minimo del nolo è dato dalla caduta di $1^{m}.50$, la durata quotidiana della navigazione essendo di diciassette ore.

Questa caduta è molto prossima a quella di $1^{m}.70$ che assicura il minimo valore all'unità di frequenza, e la durata quotidiana della navigazione, come il valore del nolo, sono con molta approssimazione, per questa caduta, quali sono stati trovati per la caduta di $1^{m}.50$.

Si può dunque conchiudere che la caduta che dà il minimo valore all' unità di frequenza è quella che pone, in questo caso, il canale nelle migliori condizioni sotto tutti i rapporti.

Epilogo e conchiusioni. — I principî secondo i quali la caduta de' sostegni ci sembra dover essere determinata sono stati applicati ad un canale a sezione media di 80 chilometri di lunghezza e 120 metri di caduta totale. Questo studio ha dato i risultamenti che seguono;

Quando il tonnellaggio previsto è inferiore o eguale a quello che dà la caduta di sostegno corrispondente al minimo valore dell' unità di frequenza, la caduta che proccura il minimo del nolo è quella che assicura la frequenza voluta con la sola navigazione di giorno.

Quando il tonnellaggio previsto oltrepassa quello che corrisponde al minimo valore dell'unità di frequenza, senza elevarsi al disopra della potenza di un canale a sostegni semplici sul quale si naviga solo di giorno, la caduta che proccura il minimo del nolo è ancora quella che assicura la frequenza voluta con la sola navigazione di giorno. Pur tuttavia, se si usa la caduta che dà il minimo valore all' unità di frequenza con una durata quotidiana di navigazione che richiede allora un poco di navigazione di notte, il nolo non è aumentato che di una quantità insignificante; e questa soluzione essendo la più vantaggiosa sotto il rapporto della spesa di costruzione è quella che deve esser preferita.

Quando il tonnellaggio previsto oltrepassa quello che è possibile di ottenere sopra un canale a sostegni semplici con la sola navigazione di giorno, la caduta che proccura il minimo del nolo è molto prossima e quella che dà il minimo valore all' unità di frequenza, e quest' ultima è allora quella che mette il canale nelle migliori condizioni sotto tutti i rapporti.

Da tutto ciò che precede si può conchiudere che la caduta C che dà il minimo valore all' unità di frequenza è la più debole fra quelle che conviene di adottare pe'sostegni di un canale.

Si può talvolta essere condotti ad usare cadute più forti di C; ciò avviene quando il tonnellaggio delle mercanzie da trasportare è debole abbastanza perchè si possa soddisfarvi in questa maniera, o ancora quando il tonnellaggio oltrepassando quello che corrisponde al minimo valore dell'unità di frequenza, i trasporti si trovano in condizioni che si possa, senza timore di diminuirne il numero, ammettere la navigazione durante una gran parte della notte. Ma in nessun caso conviene mai di usare cadute più deboli.

Questa caduta C acquista così una grande importanza nello stabilimento de'canali di navigazione.

Ricordiamoci che in un esempio che riproduce le condizioni ordinarie di stabilimento e di navigazione de'canali a sezione media di Francia, la caduta C che dà il minimo valore all' unità di frequenza è stata trovata di $1^{m}.70$.

Ritorniamo al quarto caso precedentemente esaminato. La navigazione di notte, che si è allora obbligati ad ammettere, cagiona un certo aumento nel nolo. Le spese di alaggio per tonnellata e per tutto il canale sono allora di fr. 1. 37 al minimo, mentre che non oltrepassano fr. 0.83 quando i battelli non camminano che di giorno, come lo mostrano i calcoli de' due primi casi.

Se, sempre col tonnellaggio ammesso al quarto caso, i trasporti si trovassero in condizioni tanto dilicate che fossero in parte compressi dalla spesa totale di alaggio di fr. 1.037 (13), bisognerebbe conchiudere da ciò che non è

(13) Nulla può dirsi in generale relativamente all' influenza che il nolo esercita talvolta sulle quantità di mercanzie trasportate. Ciò dipende da un gran numero di circostanze, tra le quali la più influente è senza dubbio la lunghezza più o meno grande che le mercanzie debbono percorrere. La ricchezza de' centri principali tra i quali si scambiano le mercanzie, l' importanza degli stabilimenti che talune delle materie trasportate debbono alimentare, la natura de' prodotti che questi stabilimenti mettono in commercio, tutti queste cause possono ancora modificare l' influenza del nolo su' trasporti. È questo un oggetto da studiare in ciascun caso, in vista delle circostanze particolari.

possibile ottenere un canale a sostegni semplici che soddisfaccia al movimento di commercio previsto.

In questo caso bisognerebbe cercare se non si può soddisfarvi con sostegni doppî.

È ancora con l' uso di sostegni doppî che si potrebbe solo dare ad un canale la capacità di frequenza necessaria, se la quantità delle mercanzie da trasportare oltrepassasse quella alla quale potrebbe dar passaggio un canale a sostegni semplici con la caduta che dà il minimo valore all' unità di frequenza, e supponendo che i battelli camminassero giorno e notte.

Diviene dunque necessario, per render compiuti questi studî, il ricercare quali sieno le condizioni di stabilimento de' canali e quelle della navigazione, quando si usano sostegni doppî. Ciò noi faremo nel seguente capitolo.

CAPITOLO XX.

Dell' uso de' sostegni doppî.

Abbiam veduto nel capitolo IX che la capacità di frequenza de' sostegni doppî è molto maggiore di quella de' sostegni semplici di egual caduta.

Quando i canali con sostegni semplici divengono insufficienti, si può esser certi di soddisfare al movimento delle mercanzie anche fra limiti molto elevati, adoperando sostegni doppî.

Ma quali saranno le conseguenze dell' uso de' sostegni doppî sul consumo dell' acqua, sulla spesa di costruzione de' canali, sul nolo? È indispensabile saperlo per giudicare dell' efficacia di questo mezzo e determinare le circostanze nelle quali si potrà usarlo con vantaggio.

Prima di tutto è necessario conoscere come le capacità di frequenza de' sostegni doppî si trovino classificate nella serie regolare e crescente delle cifre di frequenza in seguito di quelle dei sostegni semplici.

Conserveremo in tale ricerca le lettere adottate, ne' capitoli VIII e IX.

La frequenza è data dalle formole seguenti, cioè;

Pe' canali a' sostegni semplici:

$$F = \frac{2\,T}{t + 2\,t'\,x};$$

Pe' canali a sostegni doppî:

$$F = \frac{2\,T}{t'' + 2\,t'\,x'}$$

Perchè le cadute x ed x' possano assicurar la stessa capacità di frequenza a' canali a sostegni semplici o doppî, bisogna che si abbia:

$$t + 2\,t'x = t'' + 2\,t'\,x',$$

d' onde

$$x' = x + \frac{t - t''}{2\,t'} \quad \ldots\ldots \quad (19)$$

Questa formola stabilisce la relazione che esiste tra le cadute de' sostegni semplici e doppî animati della stessa potenza, sotto il rapporto della frequenza del transito.

Dando a t, t' e t'' i valori ammessi ne' capitoli VIII e IX, l' equazione (19) diventa:

$$x' = x + 3^{m}.67 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (20)$$

Noi abbiamo veduto nel capitolo precedente che non conviene far uso, pe' sostegni semplici, di cadute più piccole di quella che assicura il minimo valore all' unità di frequenza. Quest' ultima è stata trovata di $1^{m}.70$ nel caso particolare al quale abbiamo applicate le formole, e la caduta che darebbe ad un canale con sostegni doppî una capacità di frequenza eguale a quella di un canale con sostegni semplici con cadute di $1^{m}.70$ sarebbe, per l'equazione (20):

$$x = 1^{m}.70 + 3^{m}.67 = 5^{m}.37.$$

Ora noi abbiamo detto nel capitolo VIII che, per motivi estranei alla frequenza, i costruttori sono stati indotti a non far uso di cadute maggiori di quattro metri. Ciò si applica tanto a' sostegni doppî che a' sostegni semplici. Bisogna argomentare da ciò che i sostegni doppî avendo la più debole capacità di frequenza fra tutti quelli che si possono costruire, cioè i sostegni doppî di 4 metri di caduta, hanno anche una potenza molto maggiore di quella de' sostegni semplici con la più piccola caduta che convenga adottare, poichè per ottenere eguale potenza bisognerebbe che i sostegni doppî avessero $3^{m}.37$ di caduta.

Noi presenteremo ciò nondimeno il quadro completo delle cadute di sostegni semplici e doppî che si succedono da 50 in 50 centimetri e secondo la serie ascendente delle cifre di frequenza. Questo quadro avrà il vantaggio di mostrare con chiarezza come, sotto il rapporto della frequenza, i sostegni doppî hanno relazione co' sostegni semplici.

I valori della frequenza riportati nel quadro seguente sono stati calcolati con le formole de' capitoli VIII e IX, e le cadute de' sostegni semplici e doppî animati della stessa potenza di frequenza sono collegate dalla formola (20) innanzi riportata.

Cadute che danno la stessa capacita' di frequenza, ai sostegni semplici.	ai sostegni doppî.	Valori della frequenza	OSSERVAZIONI.
metri.	metri.	battelli.	
4. 00	»	43. 64	Il minimo che conviene adottare per la caduta dei sostegni semplici essendo 1m.70, la maggior frequenza che si possa ottenere con questi sostegni e navigando soltanto nel giorno è di battelli 55. 13.
3. 50	»	45. 71	
3. 00	»	48. 00	
2. 50	»	50. 53	
2. 00	»	53. 33	
1. 50	»	56. 47	
1. 00	4. 67	60. 00	
0. 50	4. 17	64. 00	Il massimo che si dà alle cadute dei sostegni essendo 4 metri, la più piccola frequenza che si ottiene col mezzo de' sostegni doppî e navigando solo nel giorno è di battelli 65. 45.
»	3. 67	68. 54	
»	3. 17	73. 80	
»	2. 67	80. 00	
»	2. 17	87. 43	
»	1. 67	95. 93	
»	1. 17	106. 58	

Questo quadro dimostra che non esistono disposizioni ol mezzo delle quali si possano assicurare strettamente le requenze che permettono il passaggio di 55 a 65 battelli gni giorno, con la semplice navigazione di giorno. Ma bbiam veduto, nel capitolo precedente, che si possono aggiugnere queste cifre di frequenza col mezzo di canali on sostegni semplici, facendo navigare i battelli per una orzione della notte.

Se la frequenza è maggiore di 65 battelli, si può, seondo l'importanza del movimento del commercio, far uso di sostegni semplici con la navigazione di giorno e di otte, o di sostegni doppî con la sola navigazione di giorno

Le ricerche seguenti faranno conoscere in quali circotanze i sostegni doppî potranno essér adoperati con vanaggio.

Consumo d'acqua de' canali con sostegni doppî pel passaggio de' battelli. — Pe' motivi di già esposti nel capitolo XV, noi calcoleremo il volume d'acqua impiegato per utt' i passaggi di battelli che possono farsi in un giorno elle due vasche di un sostegno doppio. Questi volumi, proporzionali al consumo reale d'acqua prodotto dal passaggio de' battelli, saranno paragonabili a quelli di cui ci siam serviti pe' sostegni semplici.

Se chiamiamo N' il numero de' passaggi che si possono fare in un giorno nelle due vasche d'un sostegno doppio, e se conserviamo le altre lettere del capitolo IX, il numero $\frac{N'}{2}$ di passaggi che si posson fare in un giorno in una delle vasche sarà dato dall' espressione:

$$\frac{T}{t''+2t'x'}$$

Per ciò :

$$N' = \frac{2T}{t''+2t'x'}$$

Chiamando V' il volume d'acqua consumato in un passaggio quando la caduta di sostegno è x', e S la superficie della sezione orizzontale della vasca, si ha la relazione :

$$V' = Sx'.$$

Il volume d'acqua per tutt' i passaggi che si possono fare in un giorno è perciò :

$$N'V' = \frac{2TSx'}{t''+2t'x'} \quad \ldots\ldots\ldots (21)$$

Ammettendo come ne' capitoli IX e XV, che :

$$T = 720 \text{ minuti};$$
$$S = 180 \text{ metri quadrati};$$
$$t'' = 10 \text{ minuti};$$
$$t' = 1 \text{ minuto } \tfrac{1}{2}.$$

la formola (21) diverrà :

$$N'V' = \frac{259\,200.x'}{10+3x'}$$

Abbiamo calcolato col mezzo di questa formola il volume d'acqua per tutt' i passaggi fatti in un giorno ne' sostegni doppî le cui cadute sono indicate nel quadro precedente. Paragonando questi risultamenti con quelli che son dati nel capitolo XV pe' sostegni semplici, si forma il quadro seguente :

CADUTE CHE DANNO LA STESSA CAPACITA' DI FREQUENZA		VOLUME TOTALE D'ACQUA PE' PASSAGGI FATTI IN UN GIORNO.	
ai sostegni semplici.	ai sostegni doppî	nei sostegni semplici.	nei sostegni doppî
metri.	metri.	metri.	metri.
4. 00	»	15. 709	»
3. 50	»	14. 400	»
3. 00	»	12. 960	»
2. 50	»	11. 368	»
2. 00	»	9. 600	»
1. 50	»	7. 623	»
1. 00	4. 67	5. 000	50 414
0. 50	4. 17	2. 880	48 017
»	3. 67	»	45 276
»	3. 17	»	42 115
»	2. 67	»	38 426
»	2. 17	»	34 068
»	1. 67	»	28 838
»	1. 17	»	22 447

Si vede in quale enorme proporzione l' uso de' sostegni doppî aumenta la quantità d' acqua necessaria pel passaggio de' battelli pe' sostegni.

Se dunque un canale al quale non si può dare la capacità di frequenza necessaria che col mezzo di sostegni doppî non è provveduto di prese d' acqua molto abbondanti e convenientemente situate, bisogna proccurargli artificialmente de' mezzi considerabili di alimentamento; ciò che per altro è quasi sempre possibile col mezzo di serbatoi posti a scaglioni su tutta la lunghezza del canale.

Spesa di stabilimento de' canali a sostegni doppî. — Noi ammetteremo qui, come lo abbiam fatto pe' canali con sostegni semplici, e pe' medesimi motivi, che la spesa totale di costruzione di un canale si componga di due parti. La prima, che contiene i lavori di terra e tutte le opere d' arte meno i sostegni, è indipendente dalla caduta di questi, e varia proporzionalmente alla lunghezza del canale. La seconda, che comprende i sostegni, non varia che con la caduta dei medesimi.

È d' uopo però notare che il volume d' acqua impiegato pe' passaggi de' battelli diventa, in questo caso, una parte molto più importante del consumo totale d' acqua del canale, e che sarebbe per conseguenza più necessario in questo caso che quando i sostegni sono semplici, d' introdurre nella formola generale de' termini ch' esprimessero l' influenza che la caduta del sostegno esercita sulle spese di costruzione de' lavori di alimentamento.

Ma qui si presentano di nuovo le osservazioni riportate nella nota A, sulla difficoltà di stabilire la relazione esatta ch' esiste tra questi diversi elementi, e sulla poca utilità che questa relazione presenterebbe per la variabilità di questa parte della spesa di costruzione de' canali. Sarà preferibile e molto più semplice di fare, in ciascun caso, il calcolo della spesa di costruzione di queste opere di alimentamento, avendo riguardo alle circostanze nelle quali si trova il canale.

Pur nondimeno, per far giudicare, almeno approssimativamente, della influenza che esercita l' uso de' sostegni doppî sulla spesa di costruzione de' canali, presenteremo il calcolo di questa spesa in un caso particolare, adottando l' ipotesi indicata qui sopra, cioè supponendo che le opere di alimentamento, come tutte le altre opere del canale, eccetto i sostegni, producano una spesa proporzionale alla lunghezza del canale.

La spesa prodotta da' lavori di terra e dalle opere di arte, eccetto i sostegni, deve esser maggiore pe' canali a sostegni doppî che per quelli a sostegni semplici, per la grande importanza delle opere di alimentamento. Noi l' abbiamo calcolata per 100 000 franchi a chilometro pei canali a sostegni semplici; la calcoleremo per 130 000 franchi pe' canali a sostegni doppî. Questa valutazione è fatta nell' ipotesi d' un alimentamento che presenti qualche difficoltà, e che renda necessario lo stabilimento di serbatoi; essa si applica in oltre a delle cadute di altezza media e ad un canale di 80 chilometri di lunghezza, come quello che abbiamo adottato per fare le applicazioni numeriche delle formole di questo articolo.

Ma noi ripetiamo che non si deve ne' calcoli seguenti, relativi a' sostegni doppî, vedere che un' approssimazione avente per oggetto di esaminare in qual senso si dirigano i risultati generali senza che nulla si possa da ciò giudicare preventivamente sull' importanza assoluta de' risultamenti; ciò che deve essere oggetto di ricerche particolari in ciascun caso.

Ciò che precede stabilisce la maniera con la quale calcoliamo la spesa di costruzione in tutte le opere di un canale a sostegni doppî, diverse da' sostegni stessi. Calcoliamo ora la spesa pe' sostegni.

La spesa di costruzione d' un sostegno doppio è molto più considerabile di quella d' un sostegno semplice di egual caduta.

Un sostegno doppio non ha che tre muri di sponda e non ha bisogno che di una sola casa pel custode del sostegno. Si sarebbe quindi indotti ad ammettere che quantunque tutte le altre parti dell' opera sieno in quantità doppia, un simile sostegno non debba produrre una spesa doppia di quella bisognevole per un sostegno semplice di egual caduta. Ma il muro di sponda comune alle due vasche deve avere maggiore spessezza che non un muro di sponda ordinario; perchè i sostegni doppî generalmente hanno una gran caduta, e bisogna che il muro comune resista alla pressione stessa delle porte di sotto corrente quando una delle vasche è piena e l'altra è vota. In oltre la costruzione di questo muro comune esige maggior cura, e presenta maggiori difficoltà che un muro di sponda ordinario.

In fatti, i sostegni doppî che si son costrutti in America nel canale Erié sono costati 400 000 franchi mentre che i sostegni semplici di egual caduta costavano 200 000 franchi (14).

Noi ammetteremo dunque che un sostegno doppio produca una spesa doppia di quella che produce un sostegno semplice di egual caduta.

Chiamando D', la spesa totale di costruzione di un canale con sostegni doppî ; π' la spesa per ogni chilometro cagionata da' lavori di terra e dalle opere d' arte eccettuati i sostegni ; conservando pel rimanente le altre lettere adottate nel capitolo XVIII , si avrà :

$$D' = \pi' L + 2 H \left(A x' + B + \frac{C}{x'} \right) \ldots \quad (22)$$

Applichiamo questa formola al canale di 80 chilometri di lunghezza e 120 metri di caduta totale che noi abbiamo già preso ad esempio. Sostituendo ad A , B e C i loro valori usati ne' calcoli del capitolo XVIII, ed a π' il valore 130 000 franchi indicato qui sopra, l'equazione (22) diventa.

$$D' = 10\,400\,000 + 297\,600 \left(x' + 10 + \frac{30}{x'} \right)$$

Abbiamo calcolato , col mezzo di questa formola , i diversi valori di D' corrispondenti a quelli di x' indicati qui sopra. Paragonando questi risultamenti a quelli del capitolo XVIII si forma il quadro seguente:

CADUTE CHE DANNO LA STESSA CAPACITA' DI FREQUENZA		SPESE DI COSTRUZIONE DI UN CANALE DI 80 CHILOM. DI LUNGHEZZA E 120 METRI DI CADUTA TOTALE	
ai sostegni semplici.	ai sostegni doppî	nei sostegni semplici.	nei sostegni doppî
metri.	metri.	franchi.	franchi.
4. 00	»	11 199 200	»
3. 50	»	11 284 040	»
3. 00	»	11 422 400	»
2. 50	»	11 645 600	»
2. 00	»	12 017 600	»
1. 50	»	12 687 200	»
1. 00	4. 67	14 100 800	16 676 384
0. 50	4. 17	18 490 400	16 756 736
»	3. 67	»	16 899 584
»	3. 17	»	17 134 688
»	2. 67	»	17 515 616
»	2. 17	»	18 134 624
»	1. 67	»	19 217 888
»	1. 17	»	21 354 656

(14) Vedi l' opera del sig. Michele Chevalier su' lavori di America, t. I, pag. 164.

L' uso de' sostegni doppî aumenta dunque considerabilmente la spesa di costruzione de'canali ; ma d'altra parte aumenta la capacità di frequenza ; ed è solo , come abbiamo fatto osservare , per mezzo del rapporto tra la spesa di costruzione e la capacità di frequenza che si può giudicare della importanza de' servigi che rendono i canali.

Otterremo questi rapporti ne' differenti casi , o in altri termini , i differenti valori dell' unità di frequenza , dividendo le cifre del quadro precedente pel numero dei battelli che si possono far passare ogni giorno per ciascun sostegno , e moltiplicando i quozienti così ottenuti pel coefficiente 0. 000 005 , come abbiamo detto nel capitolo XVIII. I risultamenti di questi calcoli sono riportati nel quadro seguente :

CADUTE CHE DANNO LA STESSA CAPACITA' DI FREQUENZA ,		VALORI DELL' UNITA' DI FREQUENZA PER UN CANALE DI 80 CHILOMETRI DI LUNGHEZZA E 120 METRI DI CADUTA TOTALE,	
ai sostegni semplici.	ai sostegni doppî	con sostegni semplici.	con sostegni doppî
metri.	metri.	franchi.	franchi.
4. 00	»	1. 283 135	»
3. 50	»	1. 234 307	»
3, 00	»	1. 189 833	»
2. 50	»	1. 152 345	»
2. 00	»	1. 126 720	»
1. 50	»	1. 123 358	»
1. 00	4. 67	1. 175 067	1. 389 698
0. 50	4. 17	1. 444 562	1. 309 120
»	3. 67	»	1. 232 826
»	3. 17	»	1. 160 886
»	2. 67	»	1. 095 273
»	2. 17	»	1. 037 093
»	1. 67	»	1. 001 136
»	1. 17	»	1. 001 813

I valori dell' unità di frequenza sono alquanto minori, nell' esempio scelto, pe' canali con sostegni doppî che pei canali con sostegni semplici di egual caduta.

Se si considerano i sostegni doppî come facendo seguito a' sostegni semplici nella scala delle capacità di frequenza , si vede che i valori dell' unità di frequenza crescono subitamente dopo il punto minimo corrispondente ai sostegni semplici , per decrescere in seguito fino ad un secondo punto minimo corrispondente a' sostegni doppî.

Vi è dunque al punto di passaggio da un sistema all' altro un notabile aumento nella spesa di costruzione de' canali paragonata alla loro utilità. È solo per tonnel-

laggi molto grandi, e tali che raramente si presentano, che l'uso de' sostegni doppî diviene vantaggioso sotto il rapporto della spesa di costruzione.

Valore del nolo sui canali con sostegni doppî. — Il tempo che si perde da un battello nel passaggio per un sostegno doppio è sensibilmente lo stesso di quello che si perde nel passaggio per un sostegno semplice, quante volte i battelli arrivano regolarmente in quest' ultimo, come si è supposto pel capitolo precedente, per istabilire la durata del tempo che un battello impiega a percorrere tutto il canale.

L' equazione (10) rappresenterà dunque il tempo che un battello impiega a percorrere tutto il canale scelto ad esempio, tanto se i sostegni sono semplici quanto se sono doppî.

I sostegni doppî acquistano tale capacità di frequenza, anche con grandi cadute, che deve generalmente bastare la sola navigazione di giorno. Presentandosi il caso contrario, se fosse necessario di navigare anche la notte, tutto ciò che si è detto nel capitolo precedente relativamente al modo di stabilire il valore del nolo ne' differenti casi si applicherebbe a' canali con sostegni doppî.

Paragone tra i sostegni semplici e doppî che possono dare passaggio alle stesse quantità di mercanzie.—Noi possiamo ora paragonare, sotto tutt' i rapporti, l' uso de' sostegni semplici e doppî, quando la frequenza oltrepassa il limite della potenza cui possono giugnere i canali con sostegni semplici con la sola navigazione di giorno; ed ammetteremo, come abbiam supposto nel quarto caso del capitolo precedente, che il canale debba dar passaggio a 800 000 tonnellate.

Per quanto si è detto nel capitolo precedente, la caduta di $1^{m}.70$ è quella che conviene adottare pe' sostegni semplici onde soddisfare a questa frequenza; e si deve allora usare la navigazione per $14^{o}.40$ al giorno.

Se si usano sostegni doppî, il canale potrà, con la sola navigazione del giorno, dar passaggio alle 800 000 tonnellate, quando i sostegni avranno $2^{m}.67$ di caduta.

Paragonando, secondo i principî esposti precedentemente, i diversi elementi che han relazione a queste due soluzioni, si giugne a' risultamenti riportati nel quadro seguente:

INDICAZIONE DE' CANALI.	DURATA QUOTIDIANA DELLA NAVIGAZIONE.	CIFRE PROPORZIONALI AL CONSUMO DI ACQUA DE' SOSTEGNI.	SPESE DI ALAGGIO PER UNA TONNELLATA CHE PERCORRE TUTTO IL CAN.
	ore.	metri.	franchi.
Con sostegni sempl. di $1^{m}.70$ di caduta.	17. 40	8. 441	1. 037
Con sostegni doppî di $2^{m}.67$ di caduta.	12. 00	38. 426	0. 802.

I sostegni doppî aumentano considerabilmente il consumo di acqua del passaggio de' battelli; e nel caso che non fosse possibile di ottenere un volume di acqua considerabile, questo solo motivo dovrebbe far rinunziare all' uso di essi. Ma se si può avere l' acqua necessaria per quanto grande ne sia il volume, questa considerazione non ha più peso, quando si comprende, come noi abbiamo fatto, la spesa delle opere di alimentamento nella spesa totale di costruzione di un canale. I valori dell'unità di frequenza contengono allora implicitamente tutti gli elementi relativi all' alimentamento.

Quando è possibile di dare al canale tutta l' acqua che i passaggi de' battelli possono consumare, la scelta da farsi tra le diverse soluzioni sopra riportate dipenderà dalla posizione nella quale sono i trasporti. Se questi si trovano in condizioni non buone, si dovranno usare i sostegni doppî che diminuiscono di molto le spese di nolo. Se essi si trovano al contrario in buone condizioni, se possono sopportare un nolo alquanto elevato, si diminuirà notabilmente la spesa assoluta di costruzione del canale adottando i sostegni semplici.

Ma quest' ultima soluzione ha l' inconveniente di rendere necessaria una lunga navigazione di notte.

Queste diverse considerazioni serviranno a determinare in ciascun caso particolare, quale debba essere il genere di sostegni da adottare a preferenza.

Abbiamo finora esaminato ciò che avviene quando il canale deve dar passaggio a 800 000 tonnellate, ed abbiamo veduto che se il canale è con sostegni semplici, il minimo del nolo è dato da una caduta di sostegno che rende necessaria la navigazione durante più di 17 ore per giorno, cioè quasi costantemente giorno e notte, giacchè noi le abbiamo calcolato per 20 ore la durata totale effettiva durante il giorno e la notte. Se il tonnellaggio dunque oltrepassa notabilmente la cifra qui sopra riportata non sarà più possibile di soddisfarvi co' sostegni semplici; allora l' uso de' sostegni doppî diverrà indispensabile.

È inutile d' insistere su questo punto; col mezzo delle considerazioni più sopra presentate, si potranno determinare in ciascun caso le condizioni di costruzione di un simile canale.

CAPITOLO XXI.

Delle relazioni ch' esistono tra la caduta de' sostegni e le lunghezze de' passaggi ristretti.

Per render compiuto lo studio di quanto riguarda lo stabilimento regolare di tutte le opere di un canale, sotto il punto di vista adottato in questo scritto, ci rimane a parlare de' passaggi ristretti. Noi ricercheremo in quali condizioni questi passaggi debbano esser posti per essere in armonia co' sostegni per rapporto alla frequenza.

Abbiam fatto osservare nel capitolo XIII, che due ele-

menti influiscono sulla frequenza ne' sostegni : 1°. la caduta che regola essa sola la capacità di frequenza di queste opere; 2°. la durata quotidiana della navigazione con la quale varia le quantità delle mercanzie cui i sostegni danno passaggio.

Questi due elementi influiranno l' uno e l' altro sulla lunghezza de' passaggi ristretti, come si vedrà da ciò che segue. Ci contenteremo però di far l' applicazione delle formole al solo caso nel quale i battelli non camminano che di giorno, la durata effettiva della navigazione supponendosi di dodici ore per giorno per un medio. Queste condizioni di navigazione sono, come si è veduto, quelle che debbono presentarsi più spesso.

Noi egualmente applicheremo le formole a' soli canali con sostegni semplici.

Niente sarà più facile, per altro, che determinare, col mezzo di queste formole, le lunghezze de' passaggi ristretti in ogni altra circostanza, cioè quando i battelli navigheranno per più di 12 ore del giorno, e quando i canali avranno sostegni doppî.

Come abbiam detto nel capitolo IV, noi non ci occuperemo de' passaggi ristretti di piccola lunghezza come quelli che presentano i ponti isolati.

Gli altri passaggi ristretti si dividono naturalmente in due classi: 1°. quelli di mezzana lunghezza che ammettono il passaggio alternativo di un battello che sale e di un battello che scende; 2°. quelli di grande lunghezza che rendono necessario lo stabilimento di convogli di battelli, che vadano una volta in un senso ed una volta in un altro.

Esamineremo successivamente ciò che riguarda questi differenti passaggi.

De' passaggi ristretti di mezzana lunghezza.—Abbiam detto nel capitolo IV che questi passaggi ristretti non aumentano l' intervallo che divide i battelli che vanno nello stesso senso, se la loro lunghezza è tale ch' essi possano esser percorsi da un battello che sale e poi da un battello che discende nella durata completa di un passaggio.

Supporremo ch' esista una stazione tra il passaggio ristretto ed il sostegno, e che la larghezza di questo passaggio oltrepassi di molto quella del battello, perchè si possa, senza inconvenienti, navigarvi durante il tempo che si riempie il sostegno; disposizioni senza le quali il passaggio ristretto diventa inevitabilmente una causa di diminuzione nella frequenza del canale, e che si sono saggiamente adottate ne' canali recentemente costrutti.

Calcoliamo quale debba essere la lunghezza del passaggio ristretto per soddisfare alla condizione di sopra enunciata e mettere così questo passaggio in armonia coi sostegni sotto il rapporto della frequenza.

Sia L la lunghezza del passaggio ristretto;

l la lunghezza di un battello;

V la distanza, espressa in metri, che un battello può percorrere nel passaggio ristretto nel corso di un' ora;

x la caduta de' sostegni;

t e t' gli elementi della durata di un passaggio, come sono stati definiti nel capitolo VIII.

Un battello che discende non potrà introdursi nel passaggio ristretto se non quando vi sarà già passato il battello che sale. Ora è d' ordinario ad una distanza dalla testata di sopra corrente del passaggio ristretto, eguale alla lunghezza di un battello, che si fa fermare il battello in discesa che deve attendere la sua volta per passare. Il battello che sale dovrà dunque percorrere la distanza $2l$, prima che il battello che scende possa mettersi in movimento; e quest' ultimo dovrà percorrere la distanza l, prima di entrare nel passaggio ristretto. Debbono dunque i due battelli percorrere almeno $3l$ fuori di questo passaggio. Siccome può accadere che il battello che discende non sia posto in movimento al momento esatto nel quale il battello che sale gli è vicino, e siccome inoltre questo battello che scende avrà una velocità debolissima ne' primi istanti del suo cammino, noi conteremo in totale $4l$ per la distanza che i due battelli dovranno percorrere fuori del passaggio ristretto; sarà allora la lunghezza $(L + 2l)$ che dovrà esser percorsa due volte nella durata del passaggio.

Il battello che percorre V metri in sessanta minuti, percorrerà la lunghezza $(L + 2l)$ in un numero di minuti rappresentati dalla espressione:

$$\frac{60\,(L + 2l)}{V}$$

La durata di un passaggio essendo, come si è detto nel capitolo VIII:

$$t + 2t'x,$$

si avrà la relazione:

$$\frac{120\,(L + 2l)}{V} = t + 2t'x$$

donde

$$L = \frac{V\,(t + 2t'x)}{120} - 2l \ldots (23)$$

Noi faremo un' applicazione numerica della formola (23) a' canali a sezione media. I battelli che circolano su questi canali hanno ordinariamente 30 metri di lunghezza, e la loro velocità ne' passaggi ristretti è di 1 000 metri ad ora. Questo valore di V è un medio tra le velocità che prendono i due battelli, quella del battello che sale

essendo minore di quella del battello che scende, per la ragione che durante il cammino del battello che sale ordinariamente si riempie il sostegno. Noi d' altra parte conserveremo a t e t' i valori ammessi nel capitolo VIII.

L' equazione (23) diverrà allora :

$$L = 8.33 \ (21 + 3 \ x) - 60.$$

Dando diversi valori ad x si trovano per L quelli riportati nel quadro seguente:

CADUTE DEI SOSTEGNI	LUNGHEZZA DE' PASSAGGI RISTRETTI.
metri.	metri.
0. 50	127. 43
1. 00	139. 92
1. 50	152. 42
2. 00	164. 91
2. 50	177. 40
3. 00	189. 90
3. 50	202. 40
4. 00	214. 89

Si vede che la caduta de' sostegni introduce grandi differenze nelle lunghezze che bisogna dare a' passaggi ristretti, quando si vuole metterli in armonia co' sostegni sotto il rapporto della frequenza.

In quanto al tempo che perde un battello per aspettare nelle vicinanze di un passaggio ristretto di tal natura, esso può essere al più eguale alla metà della durata completa del passaggio, e spesso è minore. È troppo poco per esser preso in considerazione.

Dei passaggi ristretti di grande lunghezza.—Abbiamo riconosciuto nel capitolo IV, che i passaggi ristretti di grande lunghezza, quali sono i sotterranei ed i tronchi incassati che rendono necessaria la navigazione per convogli di battelli che vadano una volta in un senso ed una volta in un un altro, non diminuiscono affatto la frequenza del canale, se sono disposti in modo che i differenti convogli si compongano di tanti battelli per quanti ne possono passare per ciascun sostegno sino all' arrivo del convoglio seguente che va nello stesso senso.

Passiamo ora a ricercare in quali circostanze si verifichi tale condizione, o in altri termini, quale relazione esista tra la lunghezza di un passaggio ristretto ed il numero de' battelli che possono passarvi in un tempo dato.

I sotterranei ed i tronchi incassati di grande lunghezza sono generalmente disposti in modo che i battelli, una volta entrati in questi passaggi, continuano il loro corso senza alcun ostacolo. La navigazione vi è egualmente facile e sicura nella notte che nel giorno; e generalmente i convogli vi sono regolati in modo da occupare la totalità del giorno e della notte. Questa disposizione è pure necessaria per assicurare al canale la possibile frequenza.

I convogli di notte portano via infatti i battelli che passano pe' sostegni fin dal mattino mentre che gli altri convogli si preparano e traversano il passaggio.

Bisogna dunque sempre contare, ne' passaggi ristretti di tal natura, sopra una durata quotidiana di navigazione molto più grande che ne' sostegni.

Sia L la lunghezza del passaggio ristretto;

l la lunghezza del battello;

V la distanza, espressa in metri, che un battello può percorrere in un' ora nel passaggio ristretto;

T la durata quotidiana della navigazione;

K il numero de' convogli di un giorno.

Il battello che si trova in testa del convoglio impiega per traversare il passaggio un tempo che vien rappresentato dall' espressione :

$$\frac{L}{V}$$

Il tempo impiegato da ciascun convoglio essendo $\frac{T}{K}$ resterà dopo l' arrivo del primo battello, per l'uscita degli altri battelli del convoglio un tempo che sarà :

$$\frac{T}{K} - \frac{L}{V}$$

Durante questo tempo e con la velocità V, un battello percorrebbe una lunghezza rappresentata dall' espaessione.

$$\left(\frac{T}{K} - \frac{L}{V} \right) V.$$

Questa lunghezza è quella che può occupare il resto de convoglio, dopo il primo battello, affinchè tutt' i battelli del convoglio possano uscire nel tempo $\frac{T}{K}$. Se dunque supniamo che tutt' i battelli si tocchino, il numero de' battelli, dopo il primo, sarà :

$$\left(\frac{T}{V} - \frac{L}{V} \right) \frac{V}{l} \quad \text{ovvero} \quad \frac{TV}{lK} - \frac{L}{l}$$

E quindi il numero N di battelli dato da ciascun convoglio sarà :

$$N = 1 + \frac{TV}{lK} - \frac{L}{l}.$$

La frequenza quotidiana alla quale il passaggio ristretto potrà soddisfare, sarà:

$$F = N K.$$

Sostituendo ed N il suo valore, quello di F diventa:

$$F = K + \frac{TV}{l} - \frac{LK}{l} \quad \ldots\ldots\ldots (24)$$

Cerchiamo l' espressione numerica di questa frequenza nel caso ordinariamente usato, cioè supponendo:

$$T = 24 \text{ ore},$$
$$K = 4 \text{ ore}.$$

E supponiamo la lunghezza de' battelli $l = 30$ metri. La velocità che i battelli acquistano in questi passaggi ristretti è ordinariamente di 1 000 metri ad ora. Il valore di F dato dalla formola (24) diventa allora:

$$F = 804 - \frac{2. L}{15}$$

Eguagliando questo valore della frequenza alle cifre date dal quadro del capitolo VIII, e ricavando da queste diverse equazioni i valori di L, si conoscerà quale lunghezza debba avere al massimo il passaggio ristretto per soddisfare alla frequenza di un canale i cui sostegni hanno una caduta determinata. Si forma così il seguente quadro:

CADUTE DEI SOSTEGNI.	VALORI DI F TRATTI DAL CAPITOLO VIII.	VALORI DI L SUPPONENDO 4 CONVOGLI DI 6 ORE CIASCUNO.
metri.	battelli.	metri.
0. 50	64. 00	5 550. 00
1. 00	60. 00	5 580. 00
1. 50	56. 47	5 606. 55
2. 00	53. 33	5 629. 95
2. 50	50. 53	5 650. 25
3. 00	48. 00	5 670. 00
3. 50	45. 71	5 686. 25
4. 00	43. 64	5 702. 70

Noi faremo una seconda ipotesi nello scopo di esaminare come la lunghezza del passaggio ristretto varii col numero de' convogli. Supponiamo che invece di due convogli di giorno e due di notte si facciano quattro convogli di giorno e due di notte, durando ogni convoglio tre ore. I due convogli di notte sono sempre necessarî per condurre alle due estremità i battelli che alimentano i sostegni dal mattino, ma è conveniente non farne più di due. Si può in tal modo soddisfare egualmente bene alla frequenza del canale, come facendo quattro convogli di notte; basta regolare la lunghezza dei sotterranei in conseguenza; e si evitano così le difficoltà che presenta l' organizzazione di molti convogli nel mezzo della notte.

In questa ipotesi si ha:

$$T = 18 \text{ ore};$$
$$K = 6 \text{ ore}.$$

Ammettendo sempre $V = 1\,000$ metri, l'espressione (24) della frequenza diviene:

$$F = 606 - \frac{L}{5}.$$

E si forma come prima il quadro seguente:

CADUTE DEI SOSTEGNI.	VALORI DI F TRATTI DAL CAPITOLO VIII.	VALORI DI L SUPPONENDO 6 CONVOGLI DI 3 ORE CIASCUNO.
metri.	battelli.	metri.
0. 50	64. 00	2 710. 00
1. 00	60. 00	2 730. 00
1. 50	56. 47	2 747. 65
2. 00	53. 33	2 763. 35
2. 50	50. 53	2 777. 35
3. 00	48. 00	2 790. 00
3. 50	45. 71	2 801. 45
4. 00	43. 64	2 811. 80

È ben inutile lo spingere più oltre le applicazioni della formola (24); si vede che le lunghezze de' passaggi ristretti variano di molto poco, anche per grandi differenze tra le cadute de' sostegni, quando i convogli sono uguali in numero e durata; ma che queste lunghezze differiscono molto secondo il modo col quale si organizzano i convogli.

Qualunque sia la disposizione adottata, il passaggio ristretto regolato nel modo indicato, somministerà sempre a' sostegni che sono all' estremo del tronco, un numero di battelli eguale a quello cui i sostegni possono dar passaggio nel corso del giorno. Sotto il rapporto della frequenza, è dunque indifferente che si adotti una lunghezza di sotterraneo che richiede l' uso di quattro convogli di sei ore, o che permetta di fare sei convogli di tre ore. Ma questi due sistemi presentano notabili diffe-

renze, in ciò che ha rapporto alla velocità individuale de' battelli. I ritardi che essi cagionano a' battelli non sono gli stessi.

Se si esamina con attenzione il modo col quale i convogli si formano e si succedono, si riconoscerà che ciascun battello perde da principio per aspettare, sia integralmente all'una delle estremità del passaggio ristretto, sia in due parti alle due estremità, un tempo eguale alla durata intera di un convoglio. In oltre, i battelli de'convogli di giorno perdono un tempo ch'è la differenza tra quello ch'essi impiegano a passare e quello ch'essi impiegherebbero a percorrere la stessa lunghezza nel letto ordinario del canale. I battelli de' convogli di notte non perdono alcun tempo per questa causa, quando come abbiam supposto ne' nostri calcoli di sopra, i battelli navigano solamente il giorno nel letto ordinario del canale. Avviene pure allora che il cammino di notte ne'passaggi ristretti è un tempo guadagnato per questi battelli, e si deve sottrarre dal tempo perduto alla partenza o all'arrivo del convoglio, quello che questi battelli impiegano a percorrere la lunghezza del passaggio ristretto nel letto ordinario del canale.

Cerchiamo l'espressione generale del tempo che si perde da un battello nell'uno e nell'altro caso, cioè secondo che il battello fa parte di un convoglio di giorno o di un convoglio di notte.

La durata intera del passaggio di un convoglio, con le lettere di sopra adattate è:

$$\frac{T}{K}$$

Chiamiamo V la distanza espressa in metri, che il battello può percorrere in un'ora nel letto ordinario del canale. Durante ciasun'ora di cammino nel passaggio ristretto, il battello perde, in ispazio percorso:

$$(V' - V).$$

Il tempo che sarebbe impiegato a percorrere, nel letto del canale, questo spazio perduto, è:

$$\frac{V' - V}{V'}$$

D'altra banda il battello impiega, per percorrere il passaggio ristretto, un tempo rappresentato da:

$$\frac{L}{V}$$

Dunque il tempo perduto da ciascun battello durante il passaggio del convoglio risultante dalla minor velocità del battello in questo passaggio è:

$$\frac{L(V' - V)}{V V'}$$

Per conseguenza la perdita di tempo che il passaggio ristretto fa sopportare ad un battello che fa parte di un convoglio di giorno è:

$$\frac{T}{K} + \frac{L(V' - V)}{V V'} \quad \ldots\ldots (25)$$

Il tempo che un battello impiegherebbe, nel letto ordinario del canale, a percorrere la lunghezza del sotterraneo è:

$$\frac{L}{V'}$$

Dunque la perdita di tempo che il passaggio ristretto cagiona ad un battello che fa parte di un convoglio di notte è:

$$\frac{T}{K} - \frac{L}{V'} \quad \ldots\ldots (26)$$

Per ben giudicare dell'influenza del numero de' convogli sul ritardo che il passaggio ristretto cagiona ad un battello, noi calcoleremo i valori delle espressioni (25) e (26) ne'casi di quattro e sei convogli. Abbiamo ammesso precedentemente che $V' = 1\,000$ metri e supporremo che $V' = 1\,500$ metri. Infine applicheremo i calcoli al caso nel quale i sostegni hanno $2^m.50$ di caduta; ed useremo i valori di L corrispondenti a questa caduta dati da' due quadri precedenti.

Si perviene così a' risultati seguenti:

NUMERO DI CONVOGLI IN OGNI GIORNO.	DURATA DEL PASSAGGIO DI CIASCUN CONVOGLIO	LUNGHEZZA DEL PASSAGGIO RISTRETTO CORRISPONDENTE A $2^m.50$ DI CADUTA DI SOSTEGNO.	TEMPO CHE PERDE IL BATTELLO, DI UN CONVOGLIO DI GIORNO.	DI UN CONVOGLIO DI NOTTE.
	ore.	metri.	ore min.	ore min.
4	6	5 650. 95	7. 53	2. 14
6	3	2 777. 35	3. 56	1. 9

Si hanno ora tutti gli elementi, che serviranno per determinare, ne'casi particolari, la lunghezza che conviene dare a' passaggi ristretti.

Quando è possibile ottenere quella lunghezza di passaggio ristretto che si crede conveniente, modificando l'andamento, certamente è da preferirsi di usare la lunghezza che fa perdere il minor tempo possibile a' battelli.

Se al contrario, per le condizioni del canale, le lunghezze ch' è possibile dare al passaggio ristretto sono comprese tra limiti molto vicini, si vedrà con quale disposizione di convogli queste lunghezze abbiano maggior relazione; e si dovrà porre la lunghezza del passaggio ristretto in armonia completa con questa disposizione, ciò che sarà quasi sempre possibile ottenere allargando alquanto il tronco incassato, o modificando leggiermente l' andamento.

Se le condizioni nelle quali si trova l' andamento di un canale fossero talmente rigorose che non si potesse, con nessun mezzo, stabilire tra la lunghezza del passaggio ristretto e la frequenza ne' sostegni, la relazione della quale abbiamo mostrato la necessità, si potrebbe nondimeno porre il passaggio ristretto in accordo co' sostegni sotto il riguardo della frequenza, aumentando la velocità con la quale i battelli attraversano questo passaggio. La formola (24) darà il mezzo di calcolare la velocità che si deve per ciò imprimere a' battelli, la frequenza, la lunghezza del passaggio ristretto ed il numero de' convogli essendo dati; e quando la frequenza del canale si avvicinerà al massimo possibile, si dovrà proccurare questa velocità a' battelli; ciò che si potrà fare col mezzo di rimorchiatori meccanici, se sono insufficienti i mezzi ordinari di alaggio.

Potrebbe infine accadere che un sotterraneo od un tronco incassato inevitabile avesse una lunghezza talmente grande che fosse impossibile di soddisfare all' equazione (24) con un valore ammissibile di V. Se questo caso estremo si presentasse, non vi sarebbe che un sol partito a prendere e questo sarebbe di non restringere il passaggio, e di dargli la stessa larghezza che al letto ordinario del canale.

Un' applicazione numerica farà vedere quale influenza la velocità de' battelli eserciti sulla lunghezza del passaggio ristretto. Supponiamo che ogni giorno si formino quattro convogli di sei ore ognuno, e che usando de'mezzi meccanici si proccuri a' battelli una velocità di 2 000 metri ad ora. L' equazione (24) fa allora conoscere che, per soddisfare alla frequenza corrispondente ad una caduta di sostegno di $1^{m}.50$, per esempio, non bisognerebbe dare più di 11 606 metri di lunghezza al passaggio ristretto.

Questo limite superiore è talmente elevato che deve raramente avvenire, nelle condizioni ordinarie dell' andamento de' canali, che si sia obbligati di dare ad un sotterraneo o ad un tronco incassato la stessa larghezza che si dà al letto del canale. Ma questa soluzione sarebbe la sola ammissibile nel caso nel quale, come si è fatto in Inghilterra pel canale che va da Birmingham a Tipton presso Dudley, si stabilisse un tronco incassato molto lungo per sopprimere in un canale con punto di partizione d' acqua un gran numero di sostegni tra due punti importanti situati sulle due sponde del canale (14), e diminuire così considerabilmente la durata del cammino tra questi due punti.

CAPITOLO XXII.

Dell' influenza che la sezione orizzontale dei sostegni esercita sulla frequenza.

Le considerazioni che abbiamo sviluppate finora, ed i calcoli che ne sono stati la conseguenza, convengono a tutt' i canali, qualunque ne sieno le dimensioni, purchè i canali che si pongono a paragone abbiano la stessa larghezza di letto e la stessa sezione orizzontale di sostegno. Le applicazioni numeriche che abbiamo fatte si riferiscono tutte a' canali con sezione media ordinariamente in uso in Francia; ed avremmo potuto del pari applicare le formole a' canali a grande e piccola sezione; soltanto sarebbe stato d' uopo allora dare de' valori numerici diversi alle maggior parte degli elementi che sono ne' calcoli.

Passiamo ora a ricercare a quali modificazioni vadano sottoposti i risultamenti ottenuti, quando si paragonano canali di sezione diversa.

Il modo di valutare la frequenza, per mezzo del numero di battelli passati in ciascun punto del canale, che noi abbiamo usato finora, non è più ammissibile, dappoichè la quantità di mercanzie portata da un battello non è la stessa pe' diversi canali che si paragonano. Al numero di battelli passati, bisogna sostituire il tonnellaggio delle mercanzie trasportate.

La frequenza giornaliera F, che esprimeva nel capitolo VIII il numero de' battelli che possono passare ogni giorno pe' sostegni del canale, rappresenterà dunque ora il tonnellaggio delle mercanzie contenute da questi battelli.

Abbiamo ammesso nel capitolo II che il numero dei battelli voti sia uguale a quello de' battelli carichi; e nel capitolo VIII che pel sostegno passino sempre contemporaneamente due battelli. Da ciò risulta che il numero dei battelli carichi è uguale a quello de' passaggi

(14) Se i due punti in quistione sono situati allo stesso livello, l' apertura di un simile tronco incassato aumenta indefinitamente la frequenza nel mentre che diminuisce il tempo che un battello impiega a percorrere tutto il canale. Ma se essi non sono allo stesso livello, e se è necessario che al di là del tronco incassato, da un lato o dall' altro, i battelli passino per qualche sostegno, la frequenza è sempre limitata dal passaggio per questi sostegni; ed il solo vantaggio che proccura allora il tronco incassato, è di aumentare la velocità individuale de' battelli.

completi che si posson fare in un giorno. Questo numero è dato dall' equazione (1) del capitolo VIII:

$$N = \frac{T}{t + 2\,t'\,x}$$

Se si chiama Q la quantità di tonnellate che porta un battello, la frequenza del canale sarà allora data dalla formola

$$F = \frac{Q\,T}{t + t'\,x} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (27)$$

Applicheremo la formola (27) per paragonare la frequenza su' canali a sezione media e su' canali a piccola sezione in uso in Francia, supponendo che i sostegni di questi canali abbiano la stessa caduta.

Frequenza su' canali con sezione media.

Conserveremo a T, t e t' i valori adoperati ne' calcoli del capitolo VIII cioè;

$$T = 720 \text{ minuti},$$
$$t = 21 \text{ minuto},$$
$$t' = 1 \text{ minuto } {}^1\!/_2.$$

Inoltre, ammetteremo che i battelli di 30 metri di lunghezza e 5 metri di larghezza, che navigano su questi canali, portino un carico effettivo di 100 tonnellate. La formola (27) diviene allora;

$$F = \frac{7\,200}{21 + 3\,x} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (8)$$

Presenteremo più innanzi il quadro de' valori di F corrispondenti a' differenti valori di x.

Frequenza su' canali di piccola sezione.

Questi canali ammettono de' battelli di 30 metri di lunghezza e di $2^m.50$ di larghezza. Due di questi battelli possono esser accoppiati per passare in un sostegno de' canali a sezione media, che essi occupano allora interamente.

Le dimensioni di questi battelli dando loro una sezione orizzontale esattamente metà di quella de' battelli che navigano pe' canali a sezione media, e l' affondamento di questi battelli essendo lo stesso ne' diversi canali, la quantità effettiva delle mercanzie che possono portare i battelli de' canali di piccola sezione è metà di quella de' battelli de' canali a sezione media, cioè 50 tonnellate.

Il valore di T dev' esser di 720 minuti, come qui sopra, affinchè i risultamenti relativi alle due specie di canali siano paragonabili.

Quali saranno pe' canali a piccola sezione i valori degli elementi t e t' della durata d'un passaggio pel sostegno?

Il tempo t comprende 1°. quello che s' impiega ad aprire e chiudere le porte de' sostegni, 2°. quello che s' impiega a far entrare ed uscire due battelli dal sostegno, 3°. quello che si perde per mancanza di coincidenza tra l' arrivo de' battelli e la manovra del sostegno.

Il tempo impiegato ad aprire e chiudere le porte del sostegno è presso a poco indipendente dalla larghezza del sostegno medesimo. Noi l' abbiamo valutato per 2 minuti ne' calcoli relativi a' sostegni di sezione media. Qualunque riduzione possibile di questa cifra non potrebbe apportare che una modificazione quasi insensibile nella durata del passaggio su' canali di piccola sezione. Noi conserveremo dunque lo stesso valore di 2 minuti.

Il tempo che passa mentre si fanno entrare i battelli nel sostegno e se ne fanno uscire, diminuisce evidentemente in ragione della larghezza del sostegno, supponendo eguale l' alaggio. Senza ricercare come questi due elementi influiscano l' uno sull' altro, quistione che, per quanto sia interessante, uscirebbe dallo scopo pratico di questo articolo, ammetteremo che il tempo di cui trattiamo sia, pe' canali a piccole sezioni, un poco maggiore della metà di quello che abbiamo adottato pe' canali a sezione media; e crediamo esser così molto vicini al vero, per la necessità nella quale si è di diminuire la velocità del battello prima che esso si avvicini al fondo del sostegno. Valuteremo per 9 minuti questa parte della durata di un passaggio su' canali di piccola sezione.

Infine i battelli camminando più velocemente, supponendo eguale l' alaggio, su' canali di piccola sezione che su quelli che hanno una sezione media, noi ammetteremo che il tempo che si perde per mancanza di coincidenza tra l' arrivo de' battelli e la manovra del sostegno sia un poco minore su' primi canali che su' secondi, e lo valuteremo per 4 minuti per passaggio.

Perciò la parte costante t della durata di un passaggio su' canali di piccola sezione si compone nel modo seguente, cioè.

Tempo impiegato ad aprire e chiudere le porte di sopra e sotto corrente. minuti.	*2*
idem per far entrare due battelli nella vasca, e per farli sortire.	*9*
Tempo che si per mancanza di coincidenza tra l' arrivo dei battelli e le manovra del sostegno .	*4*
Totale	*15*

In quanto al riempimento e votamento de' sostegni, abbiamo detto nel capitolo VI che conviene regolar la durata di queste operazioni in modo che la velocità con la

uale il battello sale o discende non oltrepassi un certo imite. Questa velocità dev' esser dunque la stessa, qualunque sia la sezione del sostegno; e sarà sempre possibile organizzare i mezzi di riempimento o votamento in modo da soddisfare a questa condizione. Noi abbiam supposto che il riempimento o il votamento d' un sostegno a sezione media durasse un minuto e mezzo per metro di caduta. Conserveremo la stessa ipotesi pe' sostegni a piccole sezioni.

Co' dati numerici che sono stati adottati, l' espressione (27) della frequenza diviene pe' canali a piccola sezione.

$$F = \frac{36\,000}{15 + 3x} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (29)$$

Dando differenti valori a x, dedurremo dalle formole (28) e (29) le cifre della frequenza che sono riportate nel quadro seguente:

CADUTE DE' SOSTEGNI.	VALORI DELLA FREQUENZA	
	PE' CANALI A SEZIONE MEDIA.	PE' CANALI A PICCOLA SEZIONE.
metri.	tonnellate.	tonnellate.
0. 50	3 200	2 182
1. 00	3 000	2 000
1. 50	2 823	1 846
2. 00	2 667	1 714
2 50	2 526	1 600
3 00	2 400	1 500
3 50	2 285	1 411
4. 00	2 182	1 333

L' uso de' canali a piccola sezione diminuisce dunque molto notabilmente il tonnellaggio delle mercanzie che si possono trasportare.

Questo risultamento è importante e merita d'esser preso in considerazione, quando si deve scegliere tra i due sistemi di canali de' quali abbiamo parlato.

Nelle discussioni elevate circa trent' anni or sono per la proposta di introdurre canali di piccole sezioni nel sistema generale de' canali in Francia, si è principalmente avuto in mira la spesa di costruzione, il consumo dell' acqua de' canali, e la facilità che offrivano battelli portanti 45 a 50 tonnellate in paragone di battelli più piccoli, per ricevere certi prodotti; infine, le difficoltà o la perdita di forza che potesse risultare dall' uso di piccoli battelli, nel caso che questi battelli dovessero navigare su canali di maggior sezione, e se le loro dimensioni non fossero poste in accordo con quelle de' sostegni di questi canali.

Si è allora stabilito di costruire canali di piccola sezione, in modo che due battelli di questi canali potessero entrare in un sostegno de' canali a sezione media ed occuparlo interamente, come si è fatto su' canali di piccola navigazione in Inghilterra. E ponendo così i canali di media e piccola sezione in armonia, si davano ai piccoli battelli dimensioni che sembravano vantaggiose pel carico degli oggetti che i canali di piccola navigazione ricevono più ordinario.

Infine, si è insistito su'vantaggi che presentano i canali di piccola sezione per penetrare ne' luoghi ove sarebbe molto difficile stabilire canali di sezione più grande.

Tutte queste considerazioni sono giuste; ma esse rimangono incompiute se non si ha riguardo nel tempo stesso alla quantità di mercanzie che si possono trasportare pe' canali. Si vedrà infatti sorgere da questa nuova considerazione una distinzione semplicissima fra i casi nei quali ciascuna specie di canale deve esser adoperata.

Supponiamo che si tratti di servire al comodo di poche manifatture riunite nello stesso luogo e che si vogliono porre in comunicazione con una grande linea di navigazione. La massa di materie prime e di prodotti, data da queste manifatture, non oltrepassa ordinariamente la potenza di un canale a piccola sezione. Sarebbe allora affatto inutile lo stabilire per tal servizio un canale a sezione media la cui potenza fosse superiore a' bisogni e che, per tal risultamento senza utile, costerebbe più caro di un canale di piccola sezione.

Al contrario, se le manifatture di cui abbiam parlato fossero numerose, oppure se il canale progettato avesse per oggetto o di giovare agl' interessi di un paese esteso o di porre in comunicazione due centri importanti di produzioni e di consumo, in modo che i bisogni da soddisfare fossero superiori alla potenza di un canale di piccola sezione, bisognerebbe necessariamente costruire un canale di sezione più grande e che potesse soddisfare alla frequenza prevista.

Questa distinzione è naturale e sembra non potere esser contrastata.

Vi ha però un caso nel quale i prodotti che possono giovarsi del mezzo de' canali oltrepassano di molto la potenza di un canale di piccola sezione, e nel quale nondimeno soltanto con canali di tal genere si può ottenere la miglior soluzione del quesito. Avviene ciò quando i prodotti che si debbono trasportare, trovandosi sparsi a molta distanza in un paese ricco e popolato, non possono giugnere fino ad una linea unica di navigazione di potenza sufficiente, che col mezzo o di costosi trasporti per terra o di molti rami della via principale i quali equivalgono, sotto il rapporto della spesa, alla costruzione di una seconda via generale. È allora da preferirsi di far traversare il paese in quistione da due od anche tre linee di navigazione, che passino per tutt' i punti impor-

tanti, dovendo allora ciascuna di queste linee soddisfare solo ad una parte, la metà od il terzo della frequenza che presenta l' insieme del paese. Generalmente i canali di piccola sezione sarebbero sufficienti per tal servizio, e sarebbe allora molto conveniente adottarli, perchè si otterrebbe così il massimo di utile col minimo di spesa possibile.

Si vede così la debole capacità di frequenza de' canali a piccola sezione diventare una causa influente della loro utilità e del loro uso. Questo risultamento meritava di esser notato.

Seguendo questa osservazione si vede una novella luce spandersi sulla quistione tanto interessante della piccola navigazione nel sistema generale de' canali d' Inghilterra.

Si sa che nella contrada ricca di prodotti naturali ed industriali al centro della quale è situata la città di Birmingham, i molti canali stabiliti sono tutti di piccola sezione fino alle città di Oxford e Worcester nel mezzodì, di Burton e di Middlewich nel nord.

Il primo canale stabilito in questa regione è il Grand-Trunck che unisce il Trent al Mersey, e che fu intrapreso nel 1766.

Brindley, che costruiva questo canale, gli dette alle due estremità a partire da Vildenferry, sul Trent, e dal punto di unione col canale del duca di Bridgwater, dal lato del Mersey, la stessa sezione che al canale del duca di Bridgwater che esso avea costruito alcuni anni prima.

Ma arrivato a Burton dal lato del Trent, ed a Middlewich dal lato del Mersey, esso modificò tutto in una volta il sistema di costruzione di questo canale. Abbandonando la larghezza di $4^{m}.60$ che avea adottata fino a quel punto pe' sostegni, continuò il suo canale con sostegni di $2^{m}.30$ soltanto di larghezza, e dello stessa lunghezza de' precedenti.

Quali motivi indussero Brindley a tale cambiamento? Nulla sembra aver fatto ciò conoscere. Il sig. Dutens, che ha esaminato con molta cura ed intelligenza i canali di piccola navigazione dell' Inghilterra e tutt' i documenti che vi han relazione, nulla ha raccolto che possa dar lume sul pensiero di Brindley. Ecco come egli si esprime a questo proposito (*Mémoires sur les travaux d'Angleterre*, pag. 8): » Questo cambiamento improvviso che ha subito il sistema non sembra facile a spiegarsi. Ciò che » può conghietturarsi di più verosimile per giustificarlo è » che nel decidervisi si prevedeva che una nuova strada » si sarebbe presto aperta tra Liverpool e Hull e che, » per ciò, il più grande servigio del nuovo canale es- » sendo quello di portare alla metropoli, col mezzo di » nuovi rami che partissero dal suo centro, i prodotti » dell' agricoltura e dell' industria interna raccolti sulla » doppia strada dell' est e dell' ovest, e questi prodotti » potendo esser trasportati sotto un piccol volume, sa- » rebbe sufficiente di usare soltanto battelli la cui dimen- » sione permettesse di ridurre quella de' nuovi canali che » si aprissero per questo servizio. »

Si è così ridotti a congheitture su' motivi che han dato causa alla piccola navigazione in Inghilterra Che che ne sia, il sistema adottato da Brindley per la parte intermedia del Grand-Trunck trovò molti imitatori. E senza dubbio questo sistema proccurò grandi vantaggi; poichè dal 1766 al 1795, in meno di trent' anni, si sono stabilite non meno di quindici linee di canali a piccola sezione nella regione centrale dell' Inghilterra, senza tener conto di una gran quantità di piccoli canali di ramificazione sulle linee principali.

Col mezzo di questi canali, i quattro grandi porti dell' Inghilterra, Londra, Bristol, Liverpool e Hull si trovavano posti in comunicazione dalla parte interna; e le due grande linee che li riuniscono a due a due s' intersecavano a Birmingham al centro di una contrada ricca ed industriosa.

Sembra intanto che ben presto questa comunicazione non sia stata più creduta sufficiente, poichè meno di dieci anni dopo compiuti i canali di piccola navigazione, si cominciarono ad aprire i canali di grande sezione che mettono in comunicazione diretta il porto di Londra con quelli di Hull e Bristol. Il porto di Hull comunicava già con quello di Liverpool con una linea di canali a grande sezione intrapresi nel 1770.

Questa insufficienza de' canali a piccola sezione, dimostrata dalla loro moltiplicità e dallo stabilimento ulteriore di nuovi canali a grande sezione tra gli stessi punti estremi, non sarebbe forse la causa del loro successo? Se si fosse da principio costruito il Grand-Trunck con grande sezione per tutta la sua lunghezza, i canali si sarebbero aumentati nella regione centrale dell' Inghilterra come è avvenuto, e la prodigiosa ricchezza di questo paese non si sarebbe arrestata nel suo accrescimento?

Ci sembra che si possano facilmente risolvere tali quistioni e trovar la ragione del grande sviluppo che ha avuto in Inghilterra la piccola navigazione, avendo riguardo alla capacità di frequenza de' canali di piccola sezione.

La contrada che viene attraversata da questi canali in Inghilterra si trova in fatti nelle condizioni che noi abbiamo indicate di sopra come le più favorevoli alla piccola navigazione. Le miniere, gli stabilimenti industriali di ogni genere, vi sono molto numerosi e molto sparsi. Una linea unica di navigazione con una gran capacità di frequenza sarebbe stata ben lontana dal poter esser utile a tutti i centri di produzione, come lo sono stati i numerosi canali dotato ognuno di una potenza minore, ma che nello insieme presentano una capacità di frequenza sufficiente, e che potendo, per la loro moltiplicità, passare pe' punti importanti, diminuiscono singolarmente le spese di trasporto.

È a questa causa , non è da dubitarne , che si deve il grande sviluppo della navigazione in Inghilterra e l' accrescimento di ricchezza che ne è stato la conseguenza.

Ma ha Brindley preveduto questo risultamento? Aveva egli pensato che adottando più piccole dimensioni per la parte intermedia del Grand-Trunck , diminuiva la potenza di questo canale , e per l' insufficienza che ne risultava nella via da lui stabilita , obbligava a stabilire molti canali analoghi? Ha egli veduto che questi canali aperti in tutte le direzioni, sufficienti, non ostante la loro picciolezza , per soddisfare alla parte d' interessi loro confidata , stabilirebbero una giusta proporzione tra le spese di costruzione e l'utilità prodotta, renderebbero perciò i trasporti dispendiosi il meno possibile , e porterebbero così l' attività e la vita in tutte le direzioni?

Se questi risultamenti sono stati preveduti da Brindley, in un'epoca nella quale l'esperienza non avea potuto portare che poca luce sulla navigazione de' canali , se essi sono stati la causa del cambiamento subitaneo di sistema nella costruzione del Grand-Trunck , sarebbe questo , per certo un grande sforzo di intelligenza. E mai un più brillante concepimento sarebbe stato seguito da un successo più luminoso ; perchè questa idea è una delle principali sorgenti della richezza dell' Inghilterra.

Se Brindley non ha prevedute tutte le conseguenze del cambiamento ch'egli introducea nella costruzione del Grand-Trunck ; se motivi di altro genere, la spesa di costruzione , il consumo di acqua , od altre considerazioni di tal natura, sono state la sola causa di questo cambiamento, bisogna allora convenire che l' Inghilterra ha ricevuto dal caso un gran beneficio.

Ma Brindley ha dato prove grandi abbastanza di forza intellettuale perchè si possa ammettere che la sua mente si sia elevata in questa circostanza all' altezza de' risultamenti che dovea produrre. Bisogna dunque vedere nella risoluzione ch'egli ha preso riguardo al Grand-Trunck un atto del genio , che deve far onorare la sua memoria da tutti gli amici della scienza.

CAPITOLO XXIII.

Epilogo ; ultime osservazioni.

La potenza de' canali di navigazione non è indefinita ; le opere che li costituiscono impongono per la maggior parte de' limiti alla frequenza.

Si sarebbe esposti a stabilire un canale che non corrisponderebbe al suo scopo, se per determinare le disposizioni principali delle opere non si avesse riguardo che alla spesa di costruzione del canale , ed al consumo di acqua.

Fa d' uopo pria di tutto aver riguardo in questa determinazione alla frequenza che deve avere il canale.

La quantità di mercanzie alla quale un canale può dar passaggio , o in altri termini la frequenza del canale , non può esser aumentata per un accrescimento di velocità individuale de' battelli. Questa frequenza dipende unicamente dall' intervallo che nasce tra i battelli che vanno nello stesso senso , e varia in ragione inversa di questo intervallo.

Sopra un canale regolarmente stabilito , questo intervallo è soltanto la conseguenza del passaggio pe' sostegni, e varia nello stesso senso della caduta de' sostegni.

La capacità di frequenza di un canale varia dunque in senso contrario alla caduta de' sostegni.

La differenza tra le capacità di frequenza è tanto più grande , in riguardo a quella che vi è tra le cadute di sostegno che le producono , per quanto queste cadute sono più piccole.

Perchè un canale sia regolarmente stabilito, come l'abbiam supposto qui sopra , bisogna che il sistema di alimentamento sia regolato in modo che lo scorrere dell' acqua di alimentamento non possa mai interrompere il passaggio de' battelli pe' sostegni. Bisogna inoltre che tutte le opere del canale sieno in armonia sotto il rapporto della frequenza.

Quest' ultima condizione esige , per esser adempiuta : 1°. che tutt' i sostegni sieno isolati ; 2°. che tutte le cadute de' sostegni sieno uguali ; 3°. infine che tutti i tronchi incassati, i sotterranei ed i grandi ponti acquidotti, che non hanno se non la larghezza necessaria per contenere un sol battello , sieno disposti in modo che possano dar passaggio , nel corso del giorno , a tanti battelli per quanti è possibile farne passare pe' sostegni che limitano il tronco.

Un canale così disposto adempirà compiutamente alla sua destinazione , se la caduta di sostegno è scelta in modo che sia certo che la maggior quantità di mercanzie che può presentarsi ogni giorno sul canale possa aver passaggio. Questo massimo di frequenza si ottiene moltiplicando per 0. 005 la cifra della massima frequenza annuale.

La capacità di frequenza di un canale , o la quantità di mercanzie cui esso può dar passaggio, dipende, come abbiam detto, dalla caduta de' sostegni. Ma la quantità di mercanzie alla quale esso realmente dà passaggio dipende in oltre dalla durata quotidiana della navigazione.

Si può dunque soddisfare ad una frequenza data in diversi modi , facendo variare la caduta de' sostegni e la durata quotidiana della navigazione.

Le diverse soluzioni alle quali si giugne danno cifre differenti , sia per la spesa di stabilimento del canale , sia per le spese di alaggio e di direzione de'battelli che costituiscono il nolo.

La spesa di stabilimento di un canale considerata in

modo assoluto, varia in senso contrario alla caduta dei sostegni, ne' limiti ne' quali questa caduta è ordinariamente ristretta; ma il rapporto tra la spesa di stabilimento e la capacità di frequenza non segue la stessa legge.

Questo rapporto, che dà il valore dell'*unità di frequenza*, raggiugne un minimo con una determinata caduta di sostegno che, in un esempio che riproduce le condizioni medie de' canali di Francia, si è trovata di $1^{m}.70$.

Il nolo aumenta e diminuisce col numero de' sostegni e varia, per conseguenza, in senso contrario alla caduta di questi; esso aumenta in oltre, quando si è obbligati di far navigare i battelli durante una parte della notte.

Questi principî sono stati applicati ad un canale di sezione media, di lunghezza e di caduta totale determinata. I risultamenti di questo studio permettono di stabilire che non è mai conveniente usare cadute di sostegno minori di quella che dà il minimo valore all' unità di frequenza. Se il tonnellaggio preveduto è minore di quello che viene assicurato da questa caduta, con la sola navigazione di giorno, si dovrà adottare una caduta maggiore e sufficiente per soddisfare alla frequenza voluta, navigando solamente il giorno. Se il tonnellaggio preveduto è maggiore di quello che viene assicurato dalla caduta di sostegno in quistione con la sola navigazione del giorno, le migliori condizioni di navigazione si otterranno adottando questa caduta e facendo camminare i battelli solamente per una parte sufficiente della notte, e non già abbassando la caduta di sostegno al di sotto della cifra che corrisponde al minimo del valore dell' unità di frequenza.

Il tonnellaggio può talvolta arrivare ad una cifra tanto alta che non sia più possibile di soddisfarvi con sostegni semplici aventi per caduta quella che dà il minimo valore all'unità di frequenza, ed ammettendo inoltre che si navighi giorno e notte.

Può avvenire pure che i trasporti sieno in condizioni tanto dilicate che, senza giugnere al limite qui sopra indicato, non possano sopportare l' elevazione di nolo che risulta dalla navigazione di notte, e che la caduta di sostegno che dà il minimo valore all'unità di frequenza, non possa assicurare il passaggio di tutte le mercanzie con la sola navigazione di giorno.

In questi due casi, non sarà più possibile di soddisfare alla frequenza prevista col mezzo di sostegni semplici; ma si potrà ciò fare usando sostegni doppî, cioè costruendo due vasche vicine per ciascuna caduta di sostegno.

A cadute uguali, la capacità di frequenza de' sostegni doppî è molto più grande di quella de' sostegni semplici.

Considerando la serie crescente delle capacità di frequenza, i sostegni doppî aventi la più grande caduta usata fin' oggi, fanno seguito a' sostegni semplici con piccolissime cadute.

Il valore dell' unità di frequenza è maggiore sopra un canale con sostegni doppî, che sopra un canale con sostegni semplici, nel punto nel quale i due sistemi assicurano la stessa capacità di frequenza. A cadute uguali, esso è ordinariamente più piccolo pe' canali con sostegni doppî che per quelli i cui sostegni sono semplici. Esso raggiugne per altro un minimo con una determinata caduta di sostegno, la stessa di quella che produrrebbe questo minimo sopra un canale con sostegni semplici nelle stesse condizioni.

Il nolo è più debole sopra i canali a sostegni doppî che su quelli a sostegni semplici.

La quantità di acqua consumata in un passaggio è molto maggiore su'canali con sostegni doppî che sopra i canali con sostegni semplici. È questa una delle cause della maggiore spesa assoluta di costruzione che producono i canali con sostegni doppî; e ciò può del pari esser cagione della limitazione nell' uso di questi sostegni, quando è difficile proccurarsi l' acqua necessaria all' alimentamento.

Noi abbiamo detto che sopra un canale regolarmente stabilito, le cadute di sostegni debbono essere uguali; questo principio è generale, sieno semplici o doppî i sostegni. Con cadute disuguali, i sostegni hanno capacità di frequenza differenti, e questa mancanza di armonia si risolve in danno dell' utilità del canale mentre aumenta per altra parte il rapporto della spesa di costruzione del canale alla sua utilità.

Abbiam detto pure che sopra un canale regolarmente stabilito i sostegni debbono esser isolati gli uni dagli altri. Ciò non si applica che a' canali a sostegni semplici; su questi canali i sostegni accollati posti l' uno appresso all' altro hanno gli stessi inconvenienti de' sostegni con cadute inuguali, eccetto ne' casi di piccolissime cadute che non conviene usare. Su' canali a sostegni doppî non avviene così. Il modo di navigazione adottato pel passaggio per questi sostegni fa sì che la capacità di frequenza d' una serie di vasche doppie accollate sia quasi la stessa di quella d' un sostegno doppio isolato di egual caduta.

Se per circostanze imperiose del terreno, non si potesse evitare su' canali a sostegni semplici la presenza d' un sostegno con caduta più grande, o di molti sostegni accollati l'uno in seguito dell'altro, bisognerebbe, per porre questo passaggio in armonia col resto del canale, usarvi un sostegno doppio, che avesse almeno la capacità di frequenza de' sostegni semplici del canale.

Infine abbiam detto, che sopra un canale regolarmente stabilito le lunghezze de' passaggi ristretti debbono porsi in armonia co' sostegni sotto il rapporto della frequenza; ciò che esige che la loro lunghezza non oltrepassi un limite determinato.

Se circostanze imperiose del terreno costringessero a dare ad un simile passaggio una lunghezza maggiore di

questo limite, si potrebbe ristabilire la cifra di frequenza necessaria aumentando la velocità de' battelli nel passaggio ristretto, ed impiegando al bisogno per ciò de'mezzi meccanici.

Infine, se la lunghezza del passaggio ristretto fosse talmente grande, che riuscisse impossibile di soddisfare alla frequenza voluta con una velocità ammissibile de' battelli, sarebbe allora necessario di dare a questo passaggio la stessa larghezza che si dà al letto ordinario del canale.

Risulta da ciò che si è detto precedentemente che, in un grande numero di casi, la caduta di sostegno che dà la soluzione più favorevole è quella che dà il minimo valore all' unità di frequenza; questa caduta sarà senza dubbio generalmente inferiore a quelle che si sono più d' ordinario impiegate, e che variano da 2 metri a 3 metri. Essa è stata trovata di $1^{m}.70$, in un esempio posto nelle condizioni medie de' canali di Francia.

Impiegando questa caduta di sostegno, comparativamente piccola, si aumenterà il numero de'sostegni e quindi i tronchi avranno minor lunghezza.

Sotto il rapporto della variazione che soffre l' altezza de' tronchi durante la manovra de' sostegni, ciò non ha inconvenienti, poichè la più piccola lunghezza che si possa dare ad un tronco perchè il riempimento d' un sostegno non lo metta fuori di navigazione è proporzionale alla caduta de' sostegni; e che per conseguenza, se un canale è possibile con una certa caduta, se i tronchi sono allora sufficientemente lunghi, essi lo saranno egualmente con qualunque caduta più piccola della prima.

Esistono tra la lunghezza de' tronchi e le distanze percorse da un battello durante il tempo di un passaggio per un sostegno, certi rapporti che conviene evitare, perchè allungano la durata totale del passaggio; e questa influenza è specialmente sensibile quando i tronchi sono corti. L'uso di piccole cadute di sostegni richiede quindi maggiori cure per la determinazione della lunghezza di tronchi. Ma è sempre facile soddisfare alle condizioni che impongono le piccole cadute di sostegni sotto questo rapporto.

I principî fin qui riepilogati si applicano a tutti i canali qualunque ne sia la sezione, e per quanta sia la loro capacità a contener battelli. Ma i risultamenti relativi alla frequenza non sono paragonabili che per canali della stessa specie. Se si tratta di canali di sezioni differenti, bisogna tener conto del tonnellaggio dei battelli; ed a cadute di sostegno eguali le cifre di frequenza diminuiscono allora nello stesso tempo del tonnellaggio.

Diminuendo la sezione orizzontale de' sostegni e quindi il tonnellaggio de' battelli, si diminuisce dunque la frequenza de' canali; ciò offre un altro mezzo di proporzionare, in certi casi, la potenza dei canali, e quindi la loro spesa di stabilimento, all'importanza de' trasporti.

La debole capacità di frequenza de' canali di piccola sezione può qualche volta diventare una causa della loro utilità. Questa circostanza si presenta, per esempio, quando si deve servire al traffico di una contrada nella quale si trovano molti centri di produzione e di consumo molto sparsi. Invece di costruire un canale unico con grande sezione attraverso questa contrada, sarà spesso da preferirsi di stabilire molti canali di piccola sezione, che passino per tutti i punti importanti, e ciascuno de'quali abbia una potenza sufficiente per assicurare le parte di trasporti che viene ad esso assegnata.

Tali sono i risultamenti a' quali menano le ricerche che sono l' oggetto di questo articolo. Questi risultamenti mettono in evidenza l' importanza che acquista per lo stabilimento regolare di un canale, la capacità delle opere sotto il rapporto della frequenza; elemento che non si era ancora introdotto nella teoria de' canali di navigazione.

Questo elemento influisce non solamente sullo stabilimento de' sostegni e de' grandi passaggi ristretti, ma anche sull' andamento stesso del canale. Si può infatti trovarsi nell' obbligo di modificare questo andamento, sia per ripartire più uniformemente la pendenza totale, se un primo andamento desse ad alcuni tronchi una lunghezza minore del doppio di quella di un battello, sia per ottenere lunghezze di tronchi incassati o di sotterranei che si trovino in armonia con la caduta de' sostegni sotto il rapporto della frequenza.

La maggior parte de'canali esistenti contengono esempî molto istruttivi degl' inconvenienti che ha prodotti l'assenza di ogni considerazione di utilità ne'progetti di queste opere. Noi non entreremo ne' particolari di questo esame critico, e faremo solo osservare che i sostegni a cadute disuguali, i sostegni accollati, qualche volta tanto numerosi sopra taluni canali, ed i passaggi ristretti aventi troppa lunghezza, impediranno spesso che la navigazione prenda lo sviluppo reso necessario da'bisogni del commercio. Evvi di più, simili ostacoli non solo eserciteranno una dannosa influenza sulla frequenza de' canali che li contengono, ma spesso renderanno anche inutile una parte della potenza degli altri canali meglio disposti co' quali i primi comunicano. Giacchè sovente avviene che un canale è separato da prodotti numerosi, su' quali si fonda in gran parte la sua frequenza, per mezzo di un altro canale che questi prodotti debbono prima attraversare. E se il secondo canale ha una capacità di frequenza ristretta, che non possa soddisfare al movimento di questi prodotti, la frequenza del primo ne sarà necessariamente diminuita.

Ma se, quando simili ostacoli esistono, la navigazione giugne ad un grado di sviluppo che obblighi ad aumentare la potenza di questi canali, sarà sempre possibile di far ciò, come abbiamo indicato, costruendo sostegni doppî nei punti ne' quali il bisogno se ne farà sentire, diminuendo convenientemente la lunghezza de' passaggi ristretti col mezzo di qualche allargamento de' tronchi incassati, o au-

mentando la velocità de' battelli in quelli fra questi passaggi che non sarà possibile di così ricondurre alla lunghezza necessaria.

Noteremo qui talune osservazioni che non han trovato posto negli sviluppi di questo articolo.

Noi abbiamo sempre supposto che la massa totale dei prodotti da trasportare ogni anno era la cosa essenziale alla quale tutte le altre esser dovevano subordinate, ed abbiamo indicate le disposizioni che, per assicurare la totalità di questi trasporti, diminuiscono, in taluni casi, la velocità individuale de' battelli.

Ma sebbene queste disposizioni sieno quelle che si presentano più d' ordinario, avviene talvolta ancora che la velocità individuale de' battelli è un elemento importante che non devesi sacrificare ad altre considerazioni. Se per esempio un canale dovesse dar passaggio principalmente a prodotti di gran valore o capaci di alterarsi per una troppo lunga dimora sulle acque, bisognerebbe disporre questo canale in modo che il tempo totale che un battello impiega a percorrerlo non oltrepassasse il limite riconosciuto come necessario. Se allora la caduta di sostegno necessaria, con talune dimensioni di battelli, ad assicurare il trasporto di tutte le mercanzie, fosse debole abbastanza perchè ne potesse risultare un accrescimento nocivo nel tempo che un battello mette a percorrere tutto il canale, sarebbe preferibile usare i sostegni doppi de' quali abbiamo parlato nel capitolo IX o, se ciò fosse possibile, di adottare battelli aventi maggior capacità e che permettessero di aumentare la caduta di sostegni semplici.

È anche sotto questo punto di veduta che si dovrebbero disporre le opere di un canale, se esso dovesse servire ad un trasporto importante di viaggiatori; giacchè allora la velocità individuale de'battelli sarebbe l'oggetto essenziale; bisognerebbe, innanzi tutto, che il canale potesse esser percorso molto velocemente.

In generale, i canali sono istrumenti molto differenti, secondo lo scopo pel quale sono costrutti. Si possono fissare de' principî generali sulle funzioni che adempiono le opere che li compongono, sulle conseguenze che se ne debbono trarre per lo stabilimento di queste opere, secondo la loro destinazione; ed è ciò che noi abbiamo tentato di fare con questo scritto. Ma questi materiali dovranno esser messi in opera in differenti modi secondo i casi; ed è sempre alla sagacità dell' ingegnere che bisognerà ciò rimettere.

Quì ci arresteremo e termineremo con le seguenti osservazioni.

Nel principio di un' arte qualunque, ed insino a che la scienza, appoggiandosi sopra fatti anteriori, abbia potuto arrecare in tutte le parti di quest' arte un grado di certezza sufficiente, si è necessariamente ridotti, per determinare certe disposizioni o certe dimensioni, a scegliere tra quanto si è fatto nelle opere analoghe, senza che questa scelta possa fondarsi sopra motivi rigorosi. Tutte le parti dell' arte delle costruzioni sono passate per questo stato d'infanzia, e molte non ne sono ancora uscite. Fra queste ultime trovasi lo stabilimento de' canali di navigazione. Le ricerche di abili ingegneri hanno certamente sparsa una luce molto viva sopra molte quistioni importanti che riguardano questa specie di lavori, e poco rimane a dire sulla determinazione del sito dove debbonsi disporre i punti di partizione, sul consumo d' acqua cui dan luogo i passaggi de' battelli pe' sostegni, sulla disposizione delle inboccature nei fiumi, sul modo di costruzione delle diverse opere, ec. Ma i canali costrutti in tutti i paesi presentano tanti passaggi che fanno perdere una parte dell' effetto utile assicurato dalla disposizione delle altre opere, che non si può non riconoscere lo stato d' inferiorità nel quale si trova sotto questo rapporto l'arte di progettare i canali di navigazione. Quali elementi è d' uopo introdurre in quest' arte per darle il grado di certezza necessario? Se non c' inganniamo intorno al valore delle considerazioni sviluppate in questo articolo, forse si ammetterà che la capacità di frequenza delle diverse opere che compongono i canali, capacità che è facile introdurre ne' calcoli relativi allo stabilimento di queste opere, è uno degli elementi che debbonò più efficacemente concorrere a produrre questo risultamento.

NOTA B.

Nel capitolo XVIII di questo scritto, nella ricerca delle relazioni che esistono tra la caduta de' sostegni semplici e la spesa di stabilimento de'canali, noi abbiamo ammesso: 1°. che la spesa de' lavori di terra e delle opere d' arte de' canali, eccettuati i sostegni, è indipendente dalla caduta di questi; 2°. che l'espressione generale della spesa di costruzione di un sostegno in funzione della caduta può, senza errore importante, essere condotta a non contenere potenze della caduta di sostegno superiori al quadrato; 3°. infine che la spesa totale di stabilimento di un canale in funzione della sua lunghezza L, della pendenza totale H cui debbono soddisfare i sostegni, e della caduta x adottata pe' sostegni è data dalla formola:

$$D = 100\ 000\ L + 1240 \left(x + 10 + \frac{30}{x} \right) H.$$

Il minimo della spesa di costruzione di un canale, dedotto dalla formola precedente, corrisponde alla caduta di sostegno $x = 3^{m}.48$.

Per non imbarazzare la lettura dell' articolo, abbiamo distaccata dal capitolo XVIII la giustificazione de' principî della formola sopra riportata, e la presentiamo in questa nota.

Un altro motivo ci ha indotti ad isolare questi sviluppi dall' articolo.

Le ricerche di Girard su' canali di navigazione, delle quali abbiamo fatto parola nella nota A, contengono, relativamente alla spesa di stabilimento de' canali in funzione della caduta de' sostegni, de' risultamenti diversi da quelli a' quali siamo giunti, e che si possono riepilogare nel modo seguente: 1°. la spesa de' lavori di terra diminuisce con la caduta de' sostegni ed in una ragione maggiore del quadrato della caduta; 2°. la spesa di stabilimento di tutti i sostegni di un canale, avendo riguardo alla costruzione della platea, de' muri di sponda e delle porte, diviene un minimo per una caduta di sostegno che si determina col mezzo di una equazione di quarto grado; se si trascura la platea, la caduta di sostegno che dà la minima spesa è uguale a' $^{6}/_{7}$ di $1^{m}.60$ o ad $1^{m}.34$, pe' canali a sezione media della Francia; infine, non avendo riguardo che alla costruzione de'muri di sponda, questa caduta diviene eguale all' altezza d' acqua de'tronchi; cioè $1^{m}.60$ ne' canali testè indicati.

Girard deduce da ciò che le piccole cadute di sostegni che sono favorevoli, sotto il rapporto del consumo d' acqua, hanno pure il vantaggio di esserlo sotto quello della spesa di stabilimento de' canali.

Noi avremmo volentieri adottate queste conchiusioni, se avessimo potuto partecipare l' opinione di Girard relativamente alla spesa di costruzione de' canali. Giacchè, siccome per ottenere una maggior capacità di frequenza sopra un canale, è d' uopo, come l' abbiamo dimostrato, diminuire la caduta de' sostegni, sarebbe stato a desiderarsi di poter diminuire nel tempo stesso la spesa di costruzione de' canali.

Ma lo studio profondo di tal quistione ci ha condotti a conchiusioni diverse da quelle enunciate da Girard, ed è divenuto necessario, per non lasciar dubbî su' risultamenti cui siamo pervenuti, di esporre le cagioni di questa differenza, e di far conoscere i motivi su' quali si appoggiano i principî che han servito di base a'nostri calcoli.

Per trovare la spesa che cagionano i lavori di terra di un canale, Girard suppone che la pendenza del terreno, secondo l'asse del canale, sia uniforme fra i due punti che limitano un tronco e dove sono situati i sostegni. Suppone inoltre che il fondo del tronco tagli questa linea inclinata nel mezzo della lunghezza del tronco, in modo tale che la pendenza totale si trovi divisa metà verso il sostegno di sopra corrente e metà verso quello di sottocorrente.

Ammessi questi dati, è certo che più la caduta di sostegno sarà grande, più lo sterro ed il riporto saranno considerabili e più, per conseguenza, la spesa de'lavori di terra sarà elevata.

Ma noi non crediamo che si stabilisca mai un canale in modo che la linea del terreno naturale ed il fondo del canale medesimo si trovino nelle condizioni indicate da Girard. È qui necessario entrare in qualche sviluppo.

Consideriamo, in una vallata, due sistemi di linee ottenute dall'intersecazione della sua superficie con due serie di piani paralleli fra loro; gli uni paralleli al piano tangente, secondo la linea più bassa o *thalweg* della vallata, alla superficie curva che forma il suolo della vallata medesima; gli altri orizzontali.

Siccome un canale si compone di una continuazione di parti orizzontali, situate a diversi livelli, si sono generalmente adottate, per le direzioni de' diversi tronchi, le linee orizzontali del secondo sistema sopra definito. Non vi è stata diversità che intorno alla distanza maggiore o minore tra il *thalweg* della vallata ed il fondo del canale verso il mezzo de' tronchi; ed anche intorno al maggiore o minore affondamento del fondo del canale in rapporto al livello del terreno. Ma nessun ingegnere ha mai avuta l' idea di abbandonare le linee orizzontali per dirigere l' asse del canale secondo le linee del primo sistema indicato di sopra.

Dirigendo l' asse secondo le linee orizzontali, si pongono i canali nelle migliori condizioni; il fondo e la quasi totalità del perimetro bagnato sono allora in isterro, ad eccezione di piccole parti situate nelle vicinanze de' sostegni, nell' accordo che si è obbligati di fare fra le due linee di livello seguite da due tronchi consecutivi.

Nel tracciare un canale secondo linee aventi la stessa inclinazione del *thalweg*, la metà della lunghezza de' tronchi sarebbe in riporto; condizione sfavorevole e che è d' uopo evitare con la più grande cura.

È in quest' ultimo modo che Girard suppone il canale tracciato. Egli non si è dunque fermato nel vero, e le conclusioni che esso trae da' suoi calcoli non possono essere di alcuna utilità nella pratica.

Nell' ipotesi, la sola ammissibile, di un canale i cui differenti tronchi sono tracciati secondo linee orizzontali, evitando solo, col mezzo di piccoli tronchi incassati e di piccoli riporti, le sinuosità troppo grandi di queste linee, si ammetterà senza dubbio che un canale della stessa sezione cagionerà la stessa spesa pe' lavori di terra, qualunque sia la caduta de' sostegni. Giacchè la variazione della caduta non può che far trasportare la linea orizzontale che si è scelta per asse del canale di qualche metro a destra o a sinistra; ed il fondo essendo sempre stabilito alla stessa profondità al disotto del terreno naturale, si avrà sempre la stessa quantità di sterri e di trasporti da fare.

Noi abbiamo in conseguenza ammesso che la spesa dei lavori di terra sia indipendente dalla caduta de' sostegni. Questa spesa diviene allora semplicemente proporzionale alla lunghezza del canale.

Le opere d'arte, ad eccezione de' sostegni, saranno in numero eguale, per un dato canale, qualunque sia la

caduta de' sostegni ; e si può allora considerare la spesa di costruzione di queste opere come proporzionale alla lunghezza del canale.

Ciò è evidente pe' ponti , gli acquidotti e i diversivi.

Per ciò che concerne le opere di alimentamento , come le prese d'acqua e serbatoi , la caduta de' sostegni esercita sopra di essi qualche influenza, dappoichè il volume d'acqua necessaria all' alimentamento cresce con questa caduta. Ma quantunque rigorosamente la spesa di costruzione di queste opere di alimentamento esser debba funzione della caduta de' sostegni , si può , senza esporsi ad uscire da' limiti di approssimazione ammissibili nella pratica , supporre che questa spesa varii solamente come la lunghezza del canale. Passiamo a dare talune spiegazioni su questo soggetto.

Il consumo totale di acqua di un canale si compone di due parti : 1°. quella che è dovuta all' evaporazione ed alla imbibizione ; 2°. quella che è prodotta dal passaggio de' battelli pe' sostegni. La prima parte è proporzionale alla lunghezza del canale ; la seconda varia nello stesso senso che la caduta de' sostegni e secondo la legge che abbiamo indicata nel capitolo XV.

La perdita d'acqua per evaporazione ed imbibizione è molto maggiore di quella che ha luogo pel passaggio dei battelli pe' sostegni ; essa è più che tripla , con le condizioni ordinarie di lunghezza e di frequenza de' canali di Francia , e vi bisognerebbe una navigazione molto attiva perchè essa non fosse almeno il doppio.

Indipendentemente da questa poca importanza assoluta del volume d'acqua consumato dal passaggio de' battelli pe' sostegni , questa parte del consumo totale di acqua non può soffrire che deboli variazioni con le differenti cadute , tra le quali si può dover scegliere per un canale. La caduta di sostegno deve dunque avere in risultamento una influenza poco notabile sulla spesa di costruzione delle opere di alimentamento.

Osserviamo inoltre che nulla è più variabile di queste opere. Su taluni canali, esse si riducono a qualche presa d'acqua poco importante ; sopra altri , esse richiedono lavori dispendiosi. In talune circostanze , avviene ancora che le opere indispensabili per alimentare un canale che ha bisogno di poca acqua basterebbero pure , senza aumento di spesa , all' alimentamento di un canale che ne consumasse una quantità molto maggiore.

Sarebbe dunque difficilissimo , per non dire impossibile , di stabilire una formola generale che rappresentasse esattamente la spesa di costruzione della opere di alimentamento in funzione de' due elementi che la fanno variare , cioè : la lunghezza del canale e la caduta de'sostegni.

Siccome l' influenza di quest' ultimo elemento è molto più debole di quella del primo, così abbiamo creduto sufficiente per lo scopo pratico che ci siamo proposto , di non far variare la spesa di costruzione delle opere di alimentamento che con la lunghezza del canale, attribuendole un valore per chilometro che possa rappresentare per un medio ciò che ha luogo su' canali dell'importanza di quelli che sono stabiliti in Francia.

Se , in certi casi particolari , si possono ottenere dati positivi intorno alla spesa di costruzione delle opere di alimentamento, ed intorno al modo col quale la caduta de' sostegni influisce su questa spesa, nulla sarà più facile che l'introdurre questi elementi nella formola (11), della quale essi modificheranno un poco i coefficienti. I numerosi calcoli che noi abbiamo dovuto fare sullo stabilimento de'canali di navigazione ci danno d'altra parte la convinzione che l' uso di questa formola rigorosa non porterebbe altro che modificazioni di poco momento nella cifra della caduta di sostegno che presenta maggiori vantaggi , e non potrebbe alterare i risultamenti generali che noi abbiamo presentati.

La spesa totale cagionata dalla costruzione di tutti i sostegni è funzione della caduta adottata pe' sostegni medesimi ; ed esiste una certa caduta con la quale questa spesa diviene un minimo.

Girard non dà l' espressione generale della caduta che assicura la minima spesa. Ma sopprimendo successivamente taluni elementi , e supponendo che l' altezza d'acqua del canale sia di $1^m.60$, egli trova per questa caduta i valori $1^m.34$ ed $1^m.60$. Dal che si potrebbe dedurre che la spesa minima è data da una caduta di sostegno debolissima , più debole pure di quelle che sono ordinariamente usate.

Noi abbiamo trovato , al contrario, che la minima spesa è data dalla caduta $5^m.48$; cioè, da una caduta maggiore di tutte quelle che si sono finora usate.

Questi due risultamenti sono molto differenti. Ecco da che dipende questa differenza.

Ne' suoi calcoli, Girard sopprime molti elementi importanti. Egli non tiene conto nè della parte de' muri di sponda che è al disopra del piano d'acqua superiore del tronco di sopra corrente , nè de'muri d'accompagnamento di sopra e sotto corrente , nè degli sterri e riporti , nè delle case de' custodi de' sostegni , nè delle spese di votamento d'acqua , ec.

Se si trattasse solo di paragonare i prezzi di costruzione di due sostegni di cadute differenti , la maggior parte de' termini qui sopra indicati , che sono costanti , potrebbero esser trascurati senza inconvenienti. Non è però lo stesso quando si vuol paragonare la spesa di costruzione di tutti i sostegni di un canale; giacchè allora i termini costanti sono ripetuti più o meno volte secondo che la caduta è più o meno piccola.

Girard adotta inoltre un prezzo medio per l' unità di massa delle fabbriche , ed applica questo prezzo a tutti i sostegni , qualunque ne sia la caduta. Ciò è ancora inesatto. I paramenti e le masse i cui prezzi sono molto dif-

ferenti non entrano nella stessa proporzione per tutte le altezze de' muri di sponda, e le differenze che risultano da questa circostanza, nel prezzo medio delle fabbriche, sono grandi abbastanza, facendo variare le cadute, perchè non sia permesso trascurarle.

Noi abbiamo pensato che il mezzo più sicuro di evitare ogni causa di errore nell' analizzare l' influenza della caduta sulla spesa di stabilimento di sostegni, è di fare la stima particolarizzata e completa di un sostegno, lasciando la caduta x variabile, ed esprimendo tutte le altre dimensioni variabili in funzione di x. Con questo procedimento si è sicuri di ottenere un risultamento conforme alla realtà e sul quale si può, per conseguenza, fondare nella pratica.

Determinando rigorosamente tutte le dimensioni variabili delle fabbriche e delle porte del sostegno in funzione di x, si otterrebbe una espressione contenente potenze di x superiori al quadrato. Ma i termini che contengono queste potenze superiori sono poco importanti, come si vedrà nel seguito di qnesta nota; e si può, senza errore notabile, o adottare per una delle misure un valore costante, o determinare talune dimensioni con le formole empiriche che danno risultamenti poco lontani da quelli dati dalle formole esatte, ed in modo che la potenza più elevata di x sia il quadrato. I calcoli sono allora molto simplificati, senza che i risultamenti sieno alterati in modo nocivo.

Indicheremo sommariamente come è stata calcolata la spesa di costruzione di un sostegno, e quali formole sono state usate per contenere le potenze di x tra i limiti indicati.

Questi particolari sono lunghi e noiosi, ma la spesa di stabilimento de' canali acquista, come si è visto, una tale importanza nella ricerca della miglior caduta da adottarsi pe' sostegni di un canale, che è necessario di non lasciare alcun dubbio su tal quistione. Noi abbiamo voluto mettere i nostri lettori nel caso di giudicare del grado di esattezza de' nostri calcoli.

Platea. — Ne' calcoli citati precedentemente, Girard regola la spessezza della platea in modo che possa fare equilibrio alla pressione dell' acqua del tronco superiore, il tronco inferiore essendo voto.

Questa spessezza è data dalla formola:

$$z = \frac{l\,\pi'\,(h + x)}{2\,a + l\,(\pi'' - \pi')}$$

nella quale l rappresenta la larghezza della platea, π' è π'' i pesi di un metro cubico di acqua e di fabbrica, h l' altezza d' acqua normale de' tronchi, x la caduta del sostegno, ed a il peso capace di pareggiare l' adesione delle malte sopra un metro quadrato.

Adottando per l e h i valori $5^{m}.20$ e $1^{m}.60$ che convengono a' canali a sezione media di Francia, e supponendo $a = 20\,000$ chilogrammi (15); osservando inoltre che $\pi' = 1\,000$ chilogrammi e $\pi'' = 2\,200$ chilogrammi, si trovano per z de' valori che variano da $0^{m}.23$ a $0^{m}.62$, supponendo che la caduta del sostegno varii da $0^{m}.50$ a 4 metri.

Queste spessezze sono molto deboli, e si vedrà che esse non possono essere di alcuna utilità nella pratica.

Si prendono d' ordinario le maggiori precauzioni per impedire il passaggio dell' acqua di sopra corrente sotto le fabbriche del sostegno, e si ottiene in generale questo risultamento. La spessezza della platea non ha dunque più altro oggetto che quello di fare equilibrio alla pressione dell' acqua di sopra corrente; essa vien determinata in vista della natura del terreno sul quale si fonda il sostegno in modo da supplire alla mancanza di solidità di questo terreno; e sotto questo rapporto i costruttori hanno generalmente adottate delle spessezze di platea più forti di quelle date dalla formola di Girard.

Risulta da ciò che la caduta del sostegno rimane senza importanza nella determinazione della spessezza delle platee; ed in fatti, si osserva poca differenza tra le spessezze adoperate in sostegni con cadute differenti.

Si otterrà dunque un risultamento sufficiente, sotto il punto di vista pratico di questo articolo, dando una spessezza costante alla platea, qualunque sia la caduta del sostegno, e noi abbiamo supposta questa spessezza di $0^{m}.75$.

Muri di sponda nella vasca. — L' espressione generale del volume de' muri di sponda, nella vasca, non presenta alcuna difficoltà; noi abbiamo preso come spessezza media, secondo la regola data da Gauthey, la metà dell' altezza normale d' acqua de' tronchi accresciuta della caduta del sostegno. La corona de' muri di sponda è stata stabilita a $0^{m}.75$ al disopra del piano d' acqua superiore del tronco di sopra corrente.

Testa di sopra corrente. — Per simplificare i calcoli, noi abbiamo dato al muro di caduta, sotto il controbattente di sopra corrente, tutta la differenza di livello che esiste fra i due tronchi. Le cifre sarebbero diverse se si supponesse il controbattente sommerso; ma ciò non produrrebbe cambiamenti importanti ne' risultamenti generali, e non modificherebbe il senso delle conclusioni che se ne debbono trarre.

Testa di sottocorrente. — La lunghezza che conviene dare a' muri di spalla varia con la spessezza di questi muri e con l' altezza d' acqua che sostengono le porte di sottocorrente. Gauthey stabilisce fra queste diverse quantità, e per i sostegni di $5^{m}.20$ di larghezza, la relazione seguente:

---

(15) Il sig. Vicat trova che le malte idrauliche stabilite in buone condizioni richiedono per rompersi da 30 a 40 chilogrammi per millesimo di metro quadrato.

$$L = a + \sqrt{0.63\ \frac{h^2}{a} - \frac{a^2}{3}}\ ,$$

nella quale L esprime la lunghezza del muro, a la sua spessezza, e h la massima altezza d'acqua che le porte di sottocorrente debbano sostenere, cioè (1.70 + x), la caduta del sostegno essendo x, pe' canali a sezione media di Francia.

Se si desse a' muri di spalla una spessezza variante con la caduta, l'espressione generale del volume di questi muri conterrebbe allora potenze di x superiori al quadrato, ciò che noi vogliamo evitare.

Dobbiamo dunque supporre che la spessezza de' muri di spalla sia costante, qualunque sia la caduta, ed abbiamo adottata la spessezza di $2^m.50$.

Con questa condizione, l'espressione del valore di L diviene:

$$L = 2^m.50 + \sqrt{0.26\ (\ 1.70\ + x\ )^2 - 2.08}.$$

Dando ad x i valori compresi fra $0^m.50$ e 4 metri, che sono stati presi ad esempio in tutto il corso di questo scritto, si giugne a' risultamenti che seguono:

CADUTE DEI SOSTEGNI.	LUNGHEZZA DEI MURI DI SPALLA SECONDO LA FORMOLA DI GAUTHEY.	OSSERVAZIONI.
metri.	metri.	
0. 50	»	(*)
1. 00	»	(*)
1. 50	3. 25	
2. 00	3. 71	
2. 50	4. 08	
3. 00	4. 41	
3. 50	4. 72	
4. 00	5. 32	

Se si determinasse la lunghezza di L con la formola empirica:

$$L = 1.70 + x\ ,$$

si troverebbero per le differenti cadute, le lunghezze di muro di spalla contenute nel seguente quadro:

CADUTE DEI SOSTEGNI.	LUNGHEZZE DE' MURI DI SPALLA DEDOTTE DALLA FORMOLA EMPIRICA $L = 1.70 + x$.
metri.	metri.
0. 50	2. 20
1. 00	2. 70
1. 50	3. 20
2. 00	3. 70
2. 50	4. 20
3. 00	4. 70
3. 50	5. 20
4. 00	5. 70

Paragonando le lunghezze di quest' ultimo quadro con quelle ricavate dalla formola esatta, e riportate nel quadro precedente, si riconosce che per le cadute medie da $1^m.50$ a $2^m.50$, la formola empirica dà risultamenti molto prossimi a quelli della formola esatta, e che la massima differenza tra i risultamenti di queste formole è di 0.38, cioè di $^1/_4$ della lunghezza data dalla formola esatta.

Questa differenza è trascurabile, e la semplicità della formola empirica ci ha indotti ad usarla per formare l'espressione generale del volume de' muri di spalla.

In questa espressione entrano allora: 1°. l'altezza che è (1.70 + x + 0.75); 2°. la spessezza costante $2^m.50$; 3.° infine la lunghezza che è (1.70 + x). In questo modo, questa espressione non contiene potenze di x superiori al quadrato.

Bisogna d'altra parte osservare che il volume de' muri di spalla non è che una parte molto debole del volume generale delle fabbriche di un sostegno, e che per conseguenza l'errore che si fa, per talune cadute, usando la formola empirica qui sopra indicata, diviene del tutto insignificante nel calcolo generale della spesa del sostegno.

Porte de' sostegni. — Il calcolo è stato fatto nell' ipotesi di porte in legno, incatramate nelle parti esposte all'acqua e dipinte ad olio nelle parti fuori acqua.

Come abbiamo già detto, noi abbiamo supposto, con lo scopo di simplificare i calcoli, che il muro di caduta, sotto il controbattente di sopra corrente, abbia un' altezza eguale a tutta la differenza di livello che esiste fra i due

(*) Per queste due cadute la formola conduce a risultamenti immaginarî.

tronchi. In questo modo, le porte di sopra corrente sono le stesse per tutti i sostegni, qualunque sia la caduta di questi.

L' altezza della porte di sottocorrente varia con la caduta del sostegno; e con questa altezza variano pure il numero e la quadratura de' pezzi delle traverse.

Secondo le tavole date da diversi autori per determinare il numero e la quadratura delle traverse delle porte in legno, si possono stabilire le due regole pratiche seguenti, che si applicano alle porte di sottocorrente de'sostegni la cui caduta è contenuta fra'limiti ordinariamente usati.

Il numero delle traverse è dato dal numero immediatamente superiore a ($x+3$), x essendo la caduta del sostegno.

Supponendo che le traverse avessero una larghezza costante di $0^{m}.22$, ciò che può essere adottato ne' limiti frai quali rimangono d' ordinario le cadute di sostegno, la spessezza di queste traverse è data dalla formola ($0^{m}.22 + 0.02\,x$)

Se si calcola di quale resistenza sono capaci le traverse delle porte così stabilite, si trova che questa resistenza è molto superiore allo sforzo che si esercita contro le traverse.

E col mezzo delle formole empiriche precedenti, adottando d' altra parte una larghezza costante pe' battenti e pe' fusi, l' espressione generale della spesa delle porte di sottocorrente non contiene potenze di x superiori al quadrato.

Sterri, riporti; oggetti diversi.—I volumi degli sterri e riporti variano con la caduta del sostegno. In molte parti le tre dimensioni variano al tempo stesso. Ma si può pure applicar qui il procedimento già indicato più volte; supponendo l' una delle dimensioni fissa, qualunque sia la caduta, si ottiene una espressione generale della spesa cagionata da queste opere, che non contiene potenze di x superiori al quadrato; e questa ipotesi non porta nei risultamenti generali, che una modificazione del tutto insignificante.

La spesa di stabilimento della casa del guardiano di sostegno è evidentemente indipendente dalla caduta del sostegno.

Le spese di votamento d'acqua ed altre, che si fanno d' ordinario in economia, variano con l'importanza del lavoro e la profondità de' cavamenti; cioè con la caduta del sostegno. L' espressione di questa spesa, adoperata nella valutazione generale d' un sostegno che appresso presentiamo, è ricavata da un gran numero di documenti raccolti su lavori eseguiti.

EPILOGO

Col mezzo de' diversi elementi indicati, si è stabilito il calcolo particolarizzato di tutte le opere che compongono un sostegno la cui caduta è x. Le diverse quantità di opere date da questo calcolo, e la stima di queste opere, sono comprese nel quadro che segue questa nota. È la spesa di costruzione di un sostegno con la caduta x, data da questo quadro, che entra nell' espressione generale della spesa di stabilimento di un canale in funzione della caduta di sostegno, usata nel capitolo XVIII di questo scritto.

QUADRO

dalle quantità di lavori e della spesa di costruzione di un sostegno la cui caduta è x.

NATURA DE' LAVORI.	QUANTITA'.			VALORE dell' unità.	VALORE TOTALE.		
				franchi		franchi.	franchi.
Fabbriche del sostegno.							
Fabbrica di pietre di taglio . .	»	11. 52x+	94.83	85. 00	»	979.20x+	8060.55
Id. di pezzi di paramento. . .	0. 58x^2+	24. 42x+	124.38	25. 00	14.50x^2+	610.50x+	3114.50
Id. di riempimento e smalto. .	47. 37x^2+	216. 86x+	351.37	20. 00	947.40x^2+	4337.20x+	7027.40
Paramento su pietre di taglio .	»	20. 16x+	235.95	6. 00	»	120.96x+	1415.70
Id. su pezzi scalpellati.	1. 74x^2+	73. 26x+	373.74	3. 00	5.22x^2+	219.78x+	1121.22
Porte di sopra corrente.							
Lavori di legname di 1.ª specie.	»	»	2.80	150. 00	»	»	420.00
Id. di 2.ª specie.	»	»	2.00	120. 00	»	»	240 00
Lavoro di calafato.	»	»	14.80	2. 40	»	»	25.52
Spalmatura di catrame.	»	»	44.00	0. 60	»	»	26.40
Dipintura.	»	»	25.00	1. 00	»	»	25.00
Ferro per la porta.	»	»	1014.00	1. 20	»	»	1216.80
Id. per collari.	»	»	30.00	2. 00	»	»	60.00
Lamiera	»	»	45.00	1. 50	»	»	67.50
Martinetti	»	»	4.00	170. 00	»	»	680.00
Ferro fuso per bilichi	»	»	20.00	0. 50	»	»	10.00
Porte di sotto corrente.							
Lavori di legname di 1.ª specie.	0. 023x^2+	0.611x+	3.564	150. 00	3.45x^2+	91.65x+	534.60
Id. di 2.ª specie.	0. 034x^2+	0.730x+	2.405	120. 00	4.08x^2+	87.60x+	288.60
Lavoro di calafato.	»	6.10x +	14.28	2. 40	»	14.64x+	34.27
Spalmatura di catrame.	»	21.59x +	38.86	0. 60	»	12.95x+	23.31
Dipintura.	»	2.07x +	22.81	1. 00	»	2.07x+	22.31
Ferro per la porta.	»	46.00x +	1049.00	1. 20	»	55.20x+	1258.80
Id. per collari.	»	»	40.00	2. 00	»	»	80.00
Martinetti	»	»	4.00	170. 00	»	»	680.00
Ferro fuso per bilichi e sportelli.	»	»	275.00	0. 50	»	»	137.50
Sterri e riporti.							
Sterri	10. 35x^2+	346. 40x+	375.41	0. 80	8.28x^2+	277.12x+	300.33
Riporti.	84. 24x^2+	1206. 14x+	3886.87	0. 80	67.39x^2+	964.91x+	3109.50
Argilla battuta per le infiltrazioni	4. 32x^2+	94. 26x+	251.64	0. 70	3.03x^2+	65.98x+	176.15
Magistero delle scarpe.	33. 60x^2+	158. 94x+	339.40	0. 03	1.01x^2+	4.77x+	10.18
Rivestimenti nelle vicinanze del sostegno.							
Fabbrica a secco.	10. 80x^2+	48. 60x+	25.80	12. 00	129.60x^2+	583.20x+	309.60
Paramento de' rivestimenti. . .	36. 00x^2+	162. 00x+	86.60	1. 50	54.00x^2+	243.00x+	129.00
Oggetti diversi.							
Casa pel custode del sostegno .	»	»	»	»	»	»	5000.00
Votam°. d'acqua ed oggetti diversi.	»	»	»	»	»	3700.00x+	2000.00
					1237.96x^2 +	12370.73x+	37615.24
Espressione che in numeri rotondi può esser presentata sotto la forma . .					1240(x^2.+100+30)		

INTORNO ALL' USO DELLE TEGOLE PIANE

NELLE

COVERTURE DEI TETTI.

(Articolo comunicato).

Le coverture de' tetti con materiali laterizi, delle quali si fa usò in Italia , sono composte o di tegole piane ri- : overte da canali o *coppi* , o pure di soli canali.

Nel nostro Regno la prima maniera era quasi esclusi- vamente adoperata nella capitale ; l'altra , nelle provin- ce . Ciò è conforme alle regole di una buona pratica; imperocchè le coverture di soli canali, dando sotto la stessa inclinazione uno scolo più facile alle acque pluviali, riescono meglio appropriate ne'luoghi, ove le nevi e le piog- gie esser sogliono più frequenti ed abbondanti.

Son già molti anni che nella città di Napoli il sistema di covertura è stato modificato coll' essersi ai coppi sostituite le tegole ; d' onde n' è risultata una covertura di una forma regolarissima e non mancante di una tal quale eleganza ; così che se star si dovesse al solo effetto che alla vista produce, non vi è forse alcuno che non giudicherebbe doversi questo sistema all' antico preferire. Questa sola condizione , comechè pregevole , non sarebbe però sufficiente , se non fosse congiunta con altri pregi di maggiore importanza e di una utilità più diretta ; ma per iscoprirli e riconoscerli , conviene che un diligente esame ed un minuto confronto coll' antico sistema. tolga il sottilissimo velo che li tiene celati.

Ragionando di cose artistiche coll' egregio Cav. Bartolomeo Grasso Ispettore Generale del Corpo di Acque e Strade , gli parlai di questo nuovo sistema di covertura coll' idea di esporre al giudizio di lui alcune considerazioni ed esperienze da me fatte, quando, incaricato verso il 1840 di ricostruire alcuni tetti dell' edificio di Castelcapuano , volli seguire questa felice innovazione. Allora mi disse esser lui stato il primo ad introdurlo nel casino del Principe di Angri a Posilipo , e narrommi come egli per gradi vi fosse giunto ; imperocchè obbligato ad escogitare una covertura leggiera che ben si addicesse ad un edificio elegante , rifiutate le coverture metalliche per le quali il pregio della leggerezza non basta a compensare gl' inconvenienti che le accompagnano, comprese che a render più leggiera la covertura, bastava allontanar le tegole e adoperarne un minor numero. Fattone l' esperimento nel 1822 in una tettoia di un magazzino da legname, e assicuratosi che facile e compiuto n' era lo scolo, e che il perfetto combaciamento delle tegole non dava passaggio all'umidità , la fece eseguire nel nominato casino. Mi soggiunse che quella covertura rimase per molti anni inosservata fino a che colà recossi a veder l'edificio l' architetto Cav. Gasse , il quale ne valutò subito i vantaggi ; ed esprimendo il rammarico di averla ignorata all' epoca della costruzione degli edifizi doganali da lui diretti , promise che alla prima occasione l' avrebbe adottata. In fatti non istette guari tempo che per opera di lui questa nuova covertura comparve nel tetto della Chiesa della Sanità. Il quale trovandosi quasi a livello della nuova strada di Capodimonte, e d'altronde essendo eseguito colla più grande precisione , ad ognuno che colà passando e che dalla novità era tratto a riguardarlo , facea provare quella interna soddisfazione che produce il sentimento del bello.

Ciò non pertanto questo sistema assai lentamente si andava introducendo; e forse non si sbaglierebbe gran fatto dicendo che all' epoca delle costruzioni da me dirette in Castelcapuano , la Chiesa della Sanità si offriva ancora come modello unico delle coverture di questo genere , mentre le altre poche che forse esistevano , disperse o confuse fra innumerevoli edifici , sfuggivano all' occhio dell' osservatore più diligente (a).

Questa lentezza nel progresso di un ritrovato utile ad un tempo ed appariscente sembra una contraddizione , mentre in simiglianti casi suole avvenire l' opposto; cioè che correndosi troppo precipitosamente dietro le scoperte, bisogna attendere che il tempo tolga il prestigio della novità , moderi l' entusiasmo, e riduca le cose al loro vero valore.

La spiegazione di quest' anomalia si trova nel considerare che poche sono le occasioni di costruir tetti in un paese ove ancor prevale l' uso de' terrazze , e che quando anche occorresse di rifar tetti in case private , le vedute di risparmio si oppongono quasi sempre alle innovazioni che non permettono di far uso de' materiali vecchi.

È da credersi pure che le occasioni di simili costruzioni nel corso di 28 anni sieno state anche più frequenti di quel che apparisca ; e che molte volte non si è seguito il nuovo sistema o per quella riservatezza colla quale molti architetti procedono, rifiutando metodi cui la teorica convalidata dalla sperienza non abbia dato irrevocabile sanzione ; o anche per la tenacità negli antichi sistemi che rassomiglia ai pregiudizi dell' infanzia , sotto i cui

(a) Fra le applicazioni di questo sistema , di epoca posteriore a quella delle costruzioni di Castelcapuano, merita particolar menzione quella parte del tetto della Reggia di Napoli che soprastà alla facciata principale , e che è stata eseguita con maggior cura e diligenza di ogni altra covertura di questo genere precedentemente costrutta. — *I Compilatori.*

coppi si rimane spesso per tutta la vita. Ed io penso che util cosa sarebbe stata se l' inventore o quelli che l' hanno seguito in vece di abbandonarlo all' altrui meditazione e attendere che si sviluppasse sotto l'azione lenta del tempo, avessero pensato a dargli quella pubblicità che nelle scienze e nelle arti è principio attivissimo di vita.

Parendomi cosa di qualche importanza il mostrare in che consistano i pregi veri del sistema in parola, non sarà forse inutile che io mi trattenga alcun poco su questo articolo delle costruzioni. Ciò varrà a rassicurare i più timidi, a render noto un sistema che per ora sembra confinato alla sola città di Napoli, e ad aggiungere un altro titolo alla bella rinomanza di cui gode l'inventore per le molte opere pubbliche ed edifizi privati da lui lodevolmente diretti.

Essendovi in Napoli la consuetudine di appoggiar le tegole immediatamente sopra i travetti, senza farvi al di sotto un letto di mattonelle o di tavole, ne risulta che quando si adopera il sistema di tegole maritate, non potendo le tegole combaciare che nelle sole estremità del lato superiore, rimane tra l'una e l'altra uno spazio triangolare assai grande; e siccome i coppi per la poca precisione delle forme e per l' accollatura delle tegole non possono bene aggiustarsi sulle tegole e ne rimangono sollevati, l'acqua pluviale avrebbe molti meati per introdursi al di sotto del tetto, se non vi si riparasse riempiendo con abbondante calcina sostenuta da schegge di legno lo spazio triangolare tra una tegola e l'altra, e facendo una specie di muratura nel davanti e ne' lati de' coppi. Da ciò ne risultano molti inconvenienti o difetti: 1°. i massi di calce che si mettono per chiudere i vuoti, accrescono di molto il peso della covertura; 2°. spesso non aderiscono e per effetto dell' umido e del gelo si distaccano; 3°. in tal caso la covertura si smuove e sconvolge sotto l'azione del vento; 4°. gli elementi che compongono la calcina promuovono lo sviluppo delle erbe che sono d' impedimento allo scolo delle acque; 5°. per tali difetti le riparazioni e il nettamento sono più frequenti; 6°. sono anche più costose, sì per lo sgombramento de' molti calcinacci, e sì per la quantità d' incalcinatura che si richiede.

Nel nuovo sistema le file di tegole si possono mettere coll' intervallo di pal. 0,7 (0^m,18); così che nella stessa superficie ne ricade un minor numero. Inoltre l' eguaglianza (quantunque non perfetta) di forma, e direi la loro omogeneità geometrica, assicura il loro combaciamento, in guisa che la calcina che vi si adopera riducesi ad un piccolo filetto nel davanti, che molte volte anche si evita, quando s'incontra che la tegola superiore combacia esattamente coll' inferiore (1). Posto sulla stessa superficie un minor numero di tegole, tolta la calcina, risulterà minore il peso della covertura, minore il materiale adoperato, minore la mano di opera, e per conseguenza minore la spesa di costruzione e di manutenzione. E siccome una covertura più leggiera richiede incavallature più deboli, la spesa delle incavallature sarà anche minore.

Avendo fatto alcune poche sperienze sul peso delle due coverture, non sarà inutile riferire in che rapporto stia la spesa dell' uno e dell' altro sistema. Gli esperimenti si sono fatti sulle tegole d' Ischia di forma grande, le quali hanno di lunghezza pal. 1,5 (0^m,40), di larghezza al di dentro del labbro pal. 1 (0^m,26) nella parte superiore e pal. 0,8 (0^m,21) nella parte stretta, e l' orlo ha di grossezza pal. 0,05 (0^m,013). La quantità della quale una tegola ricovre l' altra non è costante, come dovrebbe essere se la forma fosse perfetta, e varia tra pal. 0, 25 (0^m,066) e pal. 0,33 (0^m,087). Si può prender per termine medio pal. 0, 3 (0^m,079). Otto tegole, cioè quattro al di sotto e quattro al di sopra, occupano uno spazio netto di pal. 3,6 (0^m,95) per 2,4 (0^m,63), che danno una superficie di pal. 8,64 (m. q. 0,60), e pesano compresi i filetti di calce rotola 34,35 (chilogr. 30,60); sicchè per ogni palmo quadrato ricade il peso di rotola 3,97 (chil. 50.43 a metro quadrato).

Nel sistema antico quattro tegole e quattro coppi occupano una superficie di palmi 2,4 (0^m,63) per 2,25 (0^m,59), cioè di palmi quadrati 5,4 (m. q. 0,378), e pesano colla calcina rotola 31 (chil. 27,62), per cui il peso ricade a rotola 5, 74 per ogni palmo quadrato (chil. 73,07 a m. q.).

Il peso adunque nell' antico sistema e nel nuovo sta come 5,74 : 3,97, o assai prossimamente come 13 : 9.

Facendosi l' analisi del costo, secondo i prezzi in uso, si trova esser lo stesso per le otto tegole del nuovo sistema e per le quattro tegole e quattro coppi dell'antico. Ma queste occupano superficie diverse, perciò il costo sarà

---

(1) Il Cav. Grasso è di opinione che facendosi costruire appositamente le tegole, e accrescendo alcun poco il prezzo, si potessero ottenere tegole di forma perfettissima, così che aggiustandosi esattamente l' una sull' altra non vi sia bisogno di calcina. Sebbene io non abbia tentato di metter a pruova l'amor proprio de'fabbricanti per incitarli a perfezionare le loro manifatture, giudico assai difficile il riuscirvi, attesocchè l' introdurre un perfezionamento in una fabbrica incontra sempre gravissimi ostacoli nella ristrettezza de' capitali del fabbricante e nelle abitudini de'lavoranti. Oltre a ciò le tegole, ancorchè messe in forma, si storcono sotto l'azione del fuoco nella fornace (b).

Opina ancora che per impedire ogni assorbimento di umidità si dovrebbe far uso, almeno negli edifici di qualche importanza, di tegole inverniciate.

(b) Ci sembra non debba riuscir difficile ottenere senza grande aumento nel prezzo una maggior perfezione nella fabbricazione delle tegole, giacchè se ne dà abbastanza ai piatti e ad altri oggetti di vasellame anche il più ordinario e di minor costo, ed una egual perfezione nelle tegole sarebbe più che sufficiente all' oggetto. — *I Compilatori.*

in ragione inversa delle superficie, ossia il costo della covertura nell'antico sistema sta al costo nel nuovo come 8, 64 : 5, 4 o come 8 : 5.

Poichè i pesi sono nella ragione di 13 : 9, le congegnature delle incavallature nel nuovo sistema di covertura possono esser più semplici, o anche minore la riquadratura de' pezzi. Ma trattandosi di costruzioni di legname non si può sempre dare le dimensioni precise che nel solo caso in cui si fa uso di legname squadrato. Quindi molte volte le incavallature presentano un eccesso di forza dipendente dalla impossibilità di diminuire le dimensioni de' pezzi senza andare incontro a pezzi troppo deboli. Per calcolare adunque la differenza di spesa che deriva dalle incavallature, si può supporre che siensi fatte le incavallature capaci di resistere al peso dell'antico sistema. Diminuendo la carica, si potranno mettere ad una distanza maggiore, e allora se ne richiede un minor numero. Detti q, q' i pesi relativi all'unità di superficie nell'antico e nel nuovo sistema, e a, a' le distanze delle incavallature, dovrà esser $qa = q'a'$; e poichè $\frac{q}{q'} = \frac{13}{9}$ sarà $a' = \frac{13}{9} a$.

Quanto ai travetti che sostengono le tegole, poichè la distanza a è divenuta a' e il peso uniformemente distribuito è lo stesso, chiamando σ, σ' i momenti di resistenza alla rottura corrispondenti, si ha ne' due casi $\sigma = \frac{1}{2} qa^2$, $\sigma' = \frac{1}{2} qa . \frac{13}{9} a$, cioè $\sigma' = \frac{13}{9} \sigma$. Se la sezione del pezzo è circolare o quadrata, chiamando k o il raggio o il lato del quadrato, sarà $k'^3 = \frac{13}{9} k^3$ e quindi $k' = 1{,}13k$. Supponendo che il costo cresca come la sezione, o come il quadrato di k, chiamando c, c' i costi corrispondenti di un' unità lineare de' detti travetti, sarà $c' = (1{,}13)^2 c = 1{,}27\, c$.

Ciò posto sia l la lunghezza del tetto, h la larghezza di una falda, A il costo della covertura nel sistema antico per unità di superficie, B il costo di un' incavallatura, c il costo dell' unità di lunghezza de' travetti d la distanza de' travetti, H le spese invariabili, che comprendono il cappello, gli abbaini, ec. P, P' l' importo totale del tetto nel caso del vecchio e del nuovo sistema. Si troverà facilmente

$$P = H + 2Alh + \left(\frac{l}{a} - 1\right) B + 2l\left(\frac{h}{d} - 1\right) c,$$

$$P' = H + \frac{5}{8} 2Alh + \left(\frac{9\, l}{13a} - 1\right) B + 1{,}27.2\, l \left(\frac{h}{d} - 1\right) c;$$

e la differenza di costo D sarà

$$D = \frac{3}{8}\ 2Alh + 0{,}3 \frac{l}{a}\ B - 0{,}54\, l \left(\frac{h}{d} - 1\right) c.$$

Chiamando C il costo dell' intera covertura, F quello di n incavallature, e G quello de' travetti, tutte quantità relative al primo sistema, sarà

$$D = 0{,}375\, C + 0{,}3\, F \left(1 + \frac{1}{n}\right) - 0{,}27G\ ;$$

dalla quale formola apparisce meglio la quantità che si risparmia sopra ciascuno degli elementi del tetto.

Da ultimo fa d' uopo notare che il peso della sola creta, nell' antico sistema essendo di circa 6 cantaia a canna quadrata (chil. 76,34 a m. q.), per un tetto di qualche estensione ascende a molte cantaia. Il poterlo diminuire di un terzo è un oggetto di grande importanza in un paese, come Napoli, ove la grande elevazione degli edifizi, le dimensioni piuttosto scarse delle mura, la moltiplicità delle finestre, e la non lunga durata della muratura di tufo, esigono che le mura sieno caricate il meno possibile. Ma vie più importante si rende questa diminuzione quando si tratta di covrire edifizi che hanno già risentito le ingiurie del tempo, e che domandano per principalissimo ristoro la diminuzione del carico.

Era già composto l'articolo precedente quando mi è pervenuta tra le mani un' opera intitolata: *Aide-mémoire général et alphabétique des Ingénieurs par G. Tom Richard*, *1. partie. — Paris*, *1848*. A pag. 473 sotto l' articolo *couvertures* si legge: » On voit en Italie des tuiles plates » à rebords qui rappellent en partie la forme des anciennes tuiles romaines. Elles se placent sur un plancher » jointif sur lequel elles se maintiennent beaucoup mieux » que les tuiles creuses, et leur forme plate n' offrant point » de porte-à-faux, il y a moins des dégradations à craindre lors des réparations. Ces tuiles sont d'un excellent » emploi et d' un bel aspect. »

Avendo esaminato diligentemente le pubblicazioni più recenti fatte in Italia, non mi è occorso di trovare dove si faccia menzione di un tal genere di covertura. Quindi pare che possa con sicurezza asserirsi, che non solamente questo sistema non è in uso in alcun altro luogo d'Italia, ma che la introduzione in Napoli, quantunque già conti circa 30 anni, non sia conosciuta.

CARLO D' ANDREA.

MEMORIA

Intorno a' ponti tubulari ed altri ponti a travate di ferro, colla descrizione particolare dei ponti tubulari di Britannia e Conway; con un cenno intorno a' ponti di ferro ed intorno alle applicazioni del ferro malleabile all' arte della costruzione de' ponti.

Per G. DRYSDALE DEMPSEY Ingegnere Civile (a).

INTRODUZIONE.

Le opere dell' ingegnere avendo d'ordinario un carattere pubblico, eccitano naturalmente un interesse universale, la cui estensione è d' ordinario proporzionata alla novità alla grandezza ed alla utilità del lavoro. Così, una strada ferrata, un porto, un faro, un bacino od un ponte, essendo un oggetto di pubblica utilità, sono riguardati con ansietà dal pubblico, ed il loro compimento è occasione di pubblico compiacimento. Un' opera di questo genere è quindi un soggetto particolarmente adatto a trovar luogo in una serie di volumi elementari, dedicati, per la loro varietà di stile, di sesto e di prezzo, all' uso di un esteso numero di lettori e di studiosi. Ed è fuori dubbio che tutte le opere che formano il soggetto delle seguenti pagine hanno dritto, quasi più di ogni altra precedente, alla nostra attenzione, essendo nuove, grandi ed utili in eminente grado.

L' applicazione del ferro malleabile alla costruzione dei ponti costituisce per certo un nuovo ramo dell' arte, ed è, come il fatto lo ha già dimostrato, capace di modificazioni nella forma e nella struttura, molto maggiori che non quella del metallo fuso. Un ponte ad uso di strada ordinaria o di strada ferrata, perfettamente orizzontale e rigido, di 460 piedi di lunghezza, e non avente sotto la sua via che 3 piedi di spessezza, non poteasi ottenere con altra disposizione di parti conosciuta, se non con quella che in queste pagine è descritta; e con questi luminosi esempî dinanzi, è molto agevolata la via a' futuri progetti. Per corde di ampiezza minore, la spessezza della costruzione può anche esser ridotta, come vedesi nel bel ponte sul fiume Trent, descritto in questa memoria, e pe' particolari del quale ci facciamo un debito di esprimere la nostra obbligazione a' sig. Fairbairn e figli, i quali ci hanno anche prestato molto altro valevole aiuto in questo opuscolo; e così hanno somministrato altra prova della loro nota generosità nel comunicare agli altri gli utili e spesso costosi risultamenti della loro propria esperienza.

È ancora più raro che l'invenzione di opere di un genere novello e di una ingegnosa disposizione meccanica sia dovuta tutta ad una sola mente, che non ne sia l' esecuzione dovuta alle mani di un solo uomo, e da ciò sorge una gran difficoltà nello assegnare a ciascuno de' produttori la dovuta parte di merito. Nel caso presente è però fuori dubbio che siamo debitori al solo sig. Roberto Stephenson per l' idea originale; e ciò ammesso, noi ci siamo sforzati a tenerci lontani da ogni pretensione di pronunziare un giudizio intorno a' precisi rispettivi dritti de' due uomini eminenti, i cui congiunti studî hanno prodotti i ponti tubulari di Britannia e di Conway. Che a questi studî congiunti debbano quelle opere il loro progetto e la loro costruzione è evidente, e noi rispettosamente il diciamo, ciò è sufficiente a stabilire una onorevole e duratura associazione fra i due nomi di Roberto Stephenson e Guglielmo Fairbairn.

Ad oggetto di mostrare l' esperienza che si aveva nella costruzione de' ponti in ferro, prima dell' uso di materiale malleabile e di mostrare i difetti cui questo dovette ovviare, premettiamo un cenno della storia de'ponti di ferro. A questo segue una notizia delle prime applicazioni del ferro malleabile sino a quel periodo nel quale le travi tubulari furono per la prima volta usate. La descrizione delle opere di Telford sulla strada di Holyhead è introdotta pel carattere d'interesse generale di queste opere e per la mancanza di ogni notizia di esse a portata del comune de' lettori (b). Nel celebrare i nomi e le opere del nostro tempo ci è anche lecito di ricordare i meriti di quelli delle età precedenti.

(a) Questa memoria, pubblicata nel 1850 pe' tipi di John Weale di Londra, fa parte della collezione de'trattati di rudimento (*Rudimentary treatises*) che da quell'editore si dan fuori pei diversi rami delle scienze. In essa i nostri lettori troveranno oltre ad un ragguaglio compiuto intorno a' celebri ponti tubulari, de' quali davamo loro qualche cenno alle pag. 20 e 66 di questo volume, la descrizione di altre opere più o meno conosciute e che forma nello insieme la storia de' ponti di ferro a sistemi rigidi e di altre applicazioni del ferro, e mostra i successivi progressi di questa parte tanto interessante dell' arte delle costruzioni.

(b) De' ponti di Telford e di altri fra quelli de' quali è parola nella Sezione I di questa memoria, trovasi una descrizione sufficiente anche nell' opera del Cavalieri San-Bertolo (Architettura Statica ed Idraulica. — Libro II. Capo XVII) ed in altri trattati di costruzione. Siccome però questa descrizione non occupa qui che poche pagine, non abbiam creduto doverla omettere, per non alterare l'insieme della memoria che riportiamo.

SEZIONE I.

Cenno intorno alla storia de' ponti di ferro. — Ponti ad archi di ferro fuso.—Ponti a travate di ferro fuso.—Ponti composti, con travi di ferro fuso legate da spranghe di ferro malleabile.

L' uso del ferro come materiale per la costruzione dei ponti è di una data relativamente moderna. Sono trascorsi appena settant' anni da che il primo ponte di ferro fu costrutto in Inghilterra sul fiume Severn, e presso Coalbrook Dale. Questo fu eretto da Darby, e consiste in cinque arconi di ferro fuso che sostengono pezzi perpendicolari dello stesso metallo, su' quali poggia la impalcatura. Gli arconi sono quasi semicircolari, ed hanno una corda di 100 piedi ed una freccia di 45. Essi sono impostati all'altezza di 10 piedi sopra il livello delle acque basse e quindi l' altezza libera alla chiave è di 55 piedi. Nel tempo della sua costruzione questo ponte ha dovuto ragionevolmente esser considerato come un' opera ardita e di felice risultamento, e la sua forma è bene adattata alle alte sponde del Severn nel punto dove esso lo cavalca. Il progetto sembra abbia avuto origine dal sig. Pritchard architetto di Eyton Turret nel Shropshire, il quale nell'anno 1773, accennava la possibilità di costruire grandi archi di ferro capaci di dar passaggio alla navigazione.

Nell' anno 1787, Tommaso Paine, lo scrittore politico, presentò all' Accademia delle Scienze in Parigi un modello di un ponte di ferro che egli avea inventato; e durante la maggior parte del seguente anno egli risedette a Rotherham nel Yorkshire, dove un ponte, che si disse essere *principalmente di ferro battuto*, fu costrutto sotto la sua direzione da' sig. Walker, celebri fonditori di ferro di quella contrada. Questo ponte modello fu messo in mostra in Londra, ed era destinato ad essere eretto in America, ma fu in seguito fatto in pezzi a Rotherham.

Nel 1790, il sig. Rowland Burdon disegnò un arco di ferro fuso pel fiume Weir a Sunderland, e nel 1792 ottenne un atto del Parlamento per innalzare un' opera di tal genere. Il piano particolare di costruzione del sig. Burdon, pel quale egli ottenne privilegio il 18 settembre 1795 consisteva in « un certo modo di fare unire e adoperare pezzi » di ferro fuso in vece di cunei nella costruzione degli ar- » chi ». In questo modo egli proponeva di ritenere la forma ordinaria ed i principî degli antichi archi in pietra. Il ponte di Sunderland, costrutto secondo questa invenzione, consiste in sei arconi di 200 piedi di corda e 30 piedi di freccia. L'altezza totale, dal livello delle acque basse alla chiave, è di quasi 100 piedi, e l' intera costruzione si distingue per una particolare eleganza ed arditezza di disegno. I sei arconi formanti il ponte sono situati parallelamente, alla distanza di 6 piedi l' uno dall'altro. Ciascun arcone si compone di 105 pezzi separati, di 5 piedi di altezza, uniti per mezzo di spranghe di ferro malleabile. Gli arconi sono connessi fra loro da traverse tubulari di ferro fuso e da tiranti. I timpani sono riempiuti da cerchi di ferro fuso che si toccano nella periferia e sostengono l' impalcatura, formata sopra un solido telaio di legno, rivestito di tavole e coperto da calce e catrame, sul quale è sparso uno strato di marna calcare e ghiaia. La larghezza del ponte è di 30 piedi e le spalle sono di pietra, fondate sulla roccia, ed hanno la grossezza di 24 piedi e la larghezza da 37 a 42. Il ferro fu lavorato nella fonderia de' signori Walker a Rotherham e si compone di 214 tonnellate di ferro fuso e 46 tonnellate di ferro malleabile. Il sig. Tommaso Wilson, di Bishop Wearmouth, disegnò le forme architettoniche del ponte, ed invigilò la sua erezione, che fu compiuta in un periodo di tre anni, con una spesa totale di 26 000 lire, delle quali il sig. Burdon autore del progetto somministrò 22 000. Nell' ottobre 1816 si dispose del ponte per una somma di 30 000 lire in un lotto nel quale erano 6 000 biglietti e 150 premî, che variavano da 100 a 5 000 lire. La posizione del sito rendeva necessario d' innalzare il ponte senza interrompere il passaggio de' legni con le loro manovre ferme, e ciò fu eseguito per mezzo di un palco perpendicolare che poggiava sopra pali nel mezzo del fiume, e lasciava un sufficiente passaggio pe' legni da ciascun lato. La centina per sostenere l' arco fu poggiata su questo palco e corrispose al suo scopo in modo soddisfacente. Qualche tempo dopo la centina fu tolta e si trovò che l' arco si era mosso orizzontalmente nella direzione dell' est, formando una curva di 12 a 18 pollici di freccia. A questa inattesa circostanza che, se non vi si portava rimedio, avrebbe certamente cagionata la distruzione del ponte, fu molto abilmente provveduto introducendo de'tiranti e delle staffe trasversali e diagonali, aiutati da viti e cunei, co' quali il tutto fu riportato alla sua primitiva posizione, e ritenuto in modo permanente in uno stato solido. A' 23 di luglio 1802 una patente fu accordata a Tommaso Wilson e Rowland Burdon, di Durham, pei « mezzi di connettere i » pezzi metallici, pe' quali il detto R. Burdon ha privi- » legio, per la costruzione degli archi. »

Molti ponti di ferro furono costrutti in seguito da Telford, il primo de' quali fu sul fiume Severn a Buildwas, nello Shropshire, consistente in una sola luce con 130 piedi di corda, e con una freccia di 27 piedi. Il ponte è composto di tre arconi, posti alla distanza di 9 piedi l' uno dall' altro o 18 piedi da fuori a fuori. Questi arconi hanno l' altezza di 3 piedi e 10 pollici, e sono uniti trasversalmente da spranghe. I pezzi che sostengono l' impalcatura sono formati da spranghe verticali di ferro fuso e le spalle sono di pietra. « I due arconi esterni si » compongono di due segmenti di cerchio con diversi » centri, la sommità dell' uno terminando immediata- » mente sotto l' impalcatura, e quella dell' altro alla

» parte superiore del parapetto, cosicchè l' impalcatura è » sospesa e poggiata al tempo stesso; questa disposizione » avea per oggetto, come si presume, di aumentare la » grossezza dell' armatura che sosteneva il palco e così » accrescere la solidità del ponte; ma essa era superflua » e non si vede più adottata in nessuno de' progetti po- » steriori di Telford, che sono numerosi (1). » Rennie costruì un ponte di ferro sul fiume Witham a Boston, nel Lincolnshire che è notabile per l'arditezza del disegno e pel sesto abbassato, non avendo che 4 piedi di freccia con una corda di 100 piedi. Per la costruzione questo ponte somiglia a quello di Sunderland, ma tiene una migliore disposizione di legature trasversali e diagonali e pezzi verticali ne' timpani invece di pezzi circolari.

Il più gran ponte di ferro ad arco finora costrutto è quello sul Tamigi a Londra, conosciuto sotto il nome di ponte di Southwark, che fu progettato e diretto dal celebre Rennie. Questo magnifico ponte, che fu aperto ai 25 marzo 1819 (essendosi fatta la prima fusione al primo gennaio 1815) si compone di tre archi, tutti segmenti dello stesso cerchio; quello del mezzo di 240 piedi di corda, con una freccia di 24 piedi, e gli estremi ciascuno di 210 piedi di corda e 18 piedi 10 pollici di freccia. Le pile hanno la grossezza di 24 piedi; la larghezza del palco sul ponte è di 28 piedi, ed i marciapiedi da ciascun lato hanno 7 piedi di larghezza. Ciascuna arcata si compone di otto arconi, e ciascun arcone di quindici pezzi, l' altezza de' quali è distribuita in modo che l' arcone è alto sei piedi alla chiave, ed otto piedi all' imposta. Il metallo è grosso 2 pollici $^1/_2$ nel mezzo, e 4 $^1/_4$ alla cima ed al basso degli arconi. Questi sono uniti trasversalmente da pezzi di ferro fuso della stessa loro altezza, ma ciascuno aperto nel mezzo, e diagonalmente da un' altra serie di arconi, cosicchè ogni arco si compone di una serie di cunei voti simili a quelli degli archi in pietra: tutti i pezzi di segmenti che formano ciascun arco ed i pezzi di unione diagonali e trasversali sono tenuti al loro posto da staffe a coda di rondine e lunghi cunei di ferro fuso che tolgono la necessità de' perni. I timpani sono formati da telai diagonali di ferro fuso, e l' impalcatura è disposta sopra lamine di ferro fuso poggiate su' timpani ed unite con cemento di ferro (2). La spalle e le pile del ponte sono di pietra, costrutte su piattaforme, che poggiano sopra pali, e sono circondate da una fila di altri pali battuti nel fondo del fiume. Nell' erezione del ponte, gli arconi furono messi in opera incominciando dalla chiave e continuando da' due lati verso le pile e le spalle. Sopra di questi, furono assicurate nella fabbrica delle lamine orizzontali di connessione, e quando l' ultimo segmento di ciascun arcone fu fissato, tre zeppe di ferro fuso, ciascuna di 9 piedi di lunghezza e 9 pollici di grossezza furono introdotte dietro a ciascun arcone, e vi furono opportunamente adattate. Queste zeppe erano formate ad angolo molto acuto, e furono simultaneamente battute con pesanti martelli, cosicchè gli archi furono quasi sollevati dalle centine, che vennero così rimosse con facilità; tutto il lavoro di ferro era stato preparato con tanta cura dal sig. Walker di Rotherham, e la fabbrica dai sig. Jolliffe e Banks intraprenditori, che quando l' opera fu compiuta appena potè scoprirsi qualche abbassamento degli archi. Per mezzo di esperimenti durante il progresso dell' opera, fu trovato che l' effetto dell' espansione prodotta dall' elevazione della temperatura nell' està era un rialzamento degli archi di circa un pollice e mezzo alla chiave, essendo fissi alle spalle. Il peso del metallo era nell' arco centrale di 1665 tonnellate, e nei due archi laterali di 2920 tonnellate, nel totale 4585 tonnellate.

Il principio di tutti questi ponti ad archi di ferro è identico a quello de' ponti ad archi di pietra e di altri materiali, la cui solidità e stabilità consiste nel riportare sulle spalle l' effetto de' pesi de' quali sono caricati. Due cose sono perciò comuni ed egualmente indispensabili ad essi tutti; cioè, che le spalle siano di sufficiente peso e solidità per contrastare alla spinta trasmessa dall' arco, e che vi sia un' altezza sufficiente per poter dare alla costruzione una forma arcata tale, che la pressione sia sempre con sicurezza ricevuta dalle spalle, e che la solidità dell' arco in nessun caso dipenda interamente dalla sua altezza e sezione nella parte sulla quale agisce immediatamente il peso superiore.

Quando le proprietà particolari del ferro fuso furono studiate sotto il rapporto delle sue estese applicazioni nelle costruzioni, e le proporzioni furono correttamente determinate per le travi di questo materiale destinate a supplire le travi orizzontali di legno, presto il loro uso s' introdusse nella formazione de' ponti di corda limitata; e ne' lavori di strade ferrate eseguiti durante gli ultimi venti anni, abbiamo innumerabili esempi dei ponti a travate di ferro

(1) Indirizzo di sir J. Rennie all' Istituto degli Ingegneri Civili. Sessione del 1846.

(2) Il cemento di ferro, molto usato nel connettere le lamine di ferro fuso delle quali spesso si formano cisterne, si compone di 16 parti di rosura di ferro fuso nettata; di 2 parti di sale ammoniaco, e di 1 parte di fiore di zolfo. Quando si adopera, si unisce 1 parte di questa miscela a 20 parti di rosura di ferro nettata, e ad una quantità d' acqua sufficiente per ridurre il tutto alla consistenza di una pasta. Questo cemento si indurisce come lo stesso ferro e forma una commessura interamente impervia all' acqua.

uso di disegno e disposizione molto ingegnosa, come ne bbiamo pure dei ponti ad archi di ferro fuso. Un ponte travate di ferro fuso, la cui solidità dipende dall' area lella sezione della trave in quel punto della sua lunghezza ul quale agisce il peso o la pressione, richiede spalle he resistano solo alla pressione verticale, mentre le spalle le' ponti arcati debbono resistere alla spinta laterale del-' arco. In oltre ne' ponti a travate l' altezza delle travate ridotta a quella della sezione del materiale corrisponlente al massimo peso, e da ciò la particolare applicazione i questa forma a' ponti per le strade ferrate, ne' quali i desidera di conservare la minima distanza tra la parte nferiore o soffitto delle travi, ed il livello della strada he passa al di sotto. Ma la limitazione delle corde cui e travi sono applicabili, ha sempre ristretto il loro uso ne' ponti; la lunghezza di 40 piedi fra gli appoggi è sempre stata considerata come la massima cui potessero con sicurezza applicarsi semplici travate di ferro fuso, da dover essere caricate da convogli di strade ferrate o altri forti pesi.

Il desiderio di conservare questa forma conveniente di costruzione, e di estenderne l' uso a corde maggiori, indusse a tentare di combinare il ferro battuto col ferro fuso, in modo tale da dare alla struttura composta la facoltà di resistere alla tensione, facoltà che il ferro battuto, come è ben noto, possiede. Spranghe o verghe di ferro malleabile furono per quest'oggetto adattate alle travi di ferro fuso, formando così una specie di armature metalliche, la cui altezza era limitata a quella della trave. Molti ponti di strade ferrate furono eretti con questa aggiunzione, e furono creduti solidamente costrutti quando ogni trave era fusa in due o più pezzi separati, formanti quando erano uniti l' intera larghezza della luce, i quali pezzi erano congiunti per mezzo di perni che passavano a traverso di buchi fatti in piastre fuse sporgenti agli estremi di ciascun pezzo. Uno di questi ponti composti a travate di ferro fuso, armati con spranghe di ferro malleabile, eretto molti anni sono per far passare la strada ferrata del Nord Est sul fiume Lea, è formato da travi ciascuna di 70 piedi di lunghezza, e composta da due pezzi fusi, uniti nel centro da perni che passano attraverso a piastre verticali. Si è ottenuto una maggior sicurezza col fondere degli sporti a coda di rondine nelle estremità dove s' incontrano i due pezzi, e col fissare de' cappelli di ferro battuto su questi sporti. Ciascuna trave formata così di due pezzi fusi, è perfettamente orizzontale dall' uno all' altro estremo, e le linee superiore ed inferiore di essa sono parallele, essendo la grossezza uniforme delle travi di 36 pollici; gli appoggi sulle spalle sono di due piedi da ciascun lato, e così la parte rimasta fra essi è di 66 piedi. La sezione de' pezzi fusi è della forma riconosciuta come più conveniente, cioè rettangolare e con due piastre sporgenti da ambo i lati nelle facce superiore ed inferiore (c). Due sistemi di spranghe di connessione sono disposti uno da ciascun lato della trave, scendendo obbliquamente a partire dal mezzo dello spigolo superiore sino all' estremo dello spigolo inferiore della trave medesima, alla distanza di circa 11 piedi dal mezzo. Questo spazio intermedio di 22 piedi ha delle spranghe orizzontali che passano al di sotto, e le spranghe orizzontali e le obblique sono assicurate per mezzo di perni o paletti di tre pollici di diametro che passano attraverso di selle (*saddles*) sporgenti al di sotto della piastra inferiore delle trave. Alla loro estremità superiore queste spranghe passano a traverso di occhi fusi in risalto sopra le travi e sono incastrati in essi. Ciascun sistema si compone di quattro spranghe, della larghezza di 6 pollici e della grossezza di 1 pollice. Un altro ponte di simile costruzione e dimensioni è stato eseguito per far passare la strada ferrata di York e Scarborough al di sopra del fiume Ouse a York.

Qui giova notare il gran difetto di queste costruzioni composte, giacchè esso mostra la superiorità delle strutture omogenee, ed inoltre dinota un errore in un principio che dovrebbe sempre esser tenuto in mente nei progetti di opere di questa specie. Questo difetto consiste nella difficoltà, o piuttosto impossibilità, di fare che le due specie di ferro, fuso e battuto, agiscano pienamente insieme nel sopportare il peso. La resistenza del ferro fuso è fondata sulla sua rigidezza; giacchè sebbene esso possegga anche l'elasticità, non si può con sicurezza contare su questa, ed è ben noto che ripetute flessioni distruggono spesso un pezzo fuso che ha prima sopportate pressioni senza alterazione apparente. Il ferro malleabile d' altra parte, applicato sotto la forma di spranghe di concatenamento alle travi di ferro fuso, è destinato ad agire colla sua resistenza alla tensione, ma l'effetto di questa può solo essere assicurato quando essa entra in azione prima che la trave fusa abbia sofferta alcuna pericolosa flessione. È quindi indispensabile che la giusta proporzione nella lunghezza delle spranghe sia strettamente serbata, durante ogni cambiamento di temperatura, condizione che è fisicamente impraticabile con qualunque conosciuta forma di costruzione o disposizione di parti.

Si ebbe una prova deplorabile e fatale di questo inconveniente, colla rottura del più largo ponte di questa specie costrutto sul fiume Dee a Chester e sulla linea della strada ferrata di Chester e Holyhead. Questo ponte che interseca il Dee con un angolo di 48°, consiste in tre luci, ciascuna di 98 piedi di sezione libera, e le tre tra-

---

(c) Questa forma di sezione è quella che l' autore chiama in seguito a doppia T o ⌶, allorchè parla delle spranghe di ferro malleabile. Vedi pag. 205.

vate sono sostenute da due spalle di fabbrica, a' due estremi, e da due pile. La larghezza del ponte è formata da quattro travi situate parallelamente l'una all'altra, in due coppie, ciascuna via o linea di rotaie essendo sostenuta fra ciascuna coppia di travi e formata da tavole di 4 pollici di grossezza, poggiate su piane trasversali di legno che riposano sulla lamine sporgenti inferiori delle travi. Le travi sono assicurate da ogni movimento in fuori o dall'allontanarsi l'una dall'altra per mezzo di spranghe trasversali adattate agli estremi entro sporti a coda di rondine fusi sulle travi. Tutto il ponte contiene così dodici travi ciascuna delle quali ha la lunghezza totale di 109 piedi e quella di 98 piedi fra gli appoggi; cioè tiene una parte appoggiata di 5 piedi e 6 pollici a ciascun estremo. Ciascuna di queste travi di 109 piedi di lunghezza si compone di tre pezzi, che hanno l'uniforme spessezza verticale di 3 piedi e 9 pollici. Le dimensioni della sezione sono le seguenti. La parte rettangolare verticale è grossa pollici 2 $^1/_8$; la piastra superiore è larga pollici 7 $^1/_2$ e grossa 1 $^1/_2$; la piastra inferiore è larga 2 piedi e gros a pollici 2 $^1/_2$. L'area della sezione della piastra superiore, compresa la modanatura è di 14 pollici quadrati; quella della piastra inferiore, compresa anche la modanatura di 66 pollici quadrati, e quella della parte rettangolare di 80 pollici quadrati, formando così un'area totale uniforme di sezione di 160 pollici quadrati. Le giunture de' tre pezzi di ciascuna trave, assicurate col mezzo di perni di ferro battuto che passano a traverso delle piastre, sono rinforzate per mezzo di altre lamine di unione addizionali, alte 3 piedi nel centro, sulla commessura, e lunghe 13 piedi, attaccate con perni ed incastrate nella piastra superiore de' pezzi fusi, per una lunghezza di 6 piedi e 6 pollici sopra ciascuno di essi: degli sporti a coda di rondine fusi sulla piastra inferiore sono anche assicurati per mezzo di cappelli di ferro battuto che abbracciano ambedue i pezzi ad incastro. Simili lamine di metà di lunghezza di quelle sulle commessure, sono ancora attaccate con perni sugli estremi di ciascuna trave composta; e l'inclinazione verticale delle spranghe di connessione, dalla sommità della trave a ciascun estremo sino alla parte inferiore ne' punti di unione, è così aumentata sino a circa 6 piedi. Le spranghe di connessione di ferro malleabile sono disposte in sistemi di 4 ciascuno, un sistema da ciascun lato della trave, e ciascuna spranga avente la larghezza di 6 pollici e la grossezza di 1 pollice $^1/_4$, unite insieme in lunghe maglie simili a quelle usate ne' ponti sospesi ed assicurate alle commessure delle travi con perni passanti a traverso alla trave di ferro fuso ed alle otto spranghe di ferro battuto. Le estremità superiori delle spranghe sono assicurate con zeppe di ferro battuto conficcate nelle spranghe e nei pezzi fusi in modo da ben fermarli nella loro posizione. Per la gran lunghezza delle travi, e l'altezza piccola in paragone che esse presentano, l'azione delle spranghe di connessione trovasi ridotta in una direzione quasi orizzontale, ed il loro potere per impedire la flessione nelle travi e così molto diminuito. Oltre a ciò è da notarsi, che l'area della sezione delle spranghe è molto minore in paragone della larghezza totale di ciascuna trave, che in tutte le altre più piccole costruzioni fondate su questo principio; e quindi l'effetto relativo di ogni accrescimento di temperatura nell'estendere la loro lunghezza e così scemare l'efficacia del loro aiuto, è anche aumentato. La rottura di una di queste travi che ebbe luogo a' 24 maggio 1847, fu attribuita a varie cagioni, cioè all'uscita di un convoglio dalle rotaie, ed all'eccessivo carico del ponte con pesi addizionali; ma la debolezza inerente a tutte le combinazioni simili di ferro battuto e ferro fuso ne' ponti, sottoposte non solo all'azione di pesi morti ma anche al momento molto accresciuto di un peso vibrante e che passa rapidamente, è troppo apparente perchè si possa sperare alcuna costante sicurezza in simili strutture.

Possiamo quindi conchiudere, che in quest'ultimo ardito esperimento, il principio delle travi composte di ferro fuso, connesse da spranghe di ferro malleabile, fu messo a prova ne' suoi limiti estremi, e la necessità di cercare pe' ponti una costruzione più sicura, nella quale si potesse ancora ottenere una altezza minima, aprì un vasto campo ad esperimenti di costruzione.

SEZIONE II.

Ferro malleabile. — Sua fabbricazione in lamine e spranghe di differenti sezioni. — Applicazione delle lamine di ferro nella formazione di caldaie per macchine a vapore; e delle lamine e spranghe nella costruzione di vascelli, cassoni ec.

I doveri dell'ingegnere, quali essi vengono imposti da più elevati rami della sua professione, deggiono incontrare costanti difficoltà, per sormontare da un lato ostacoli naturali del carattere più formidabile, e dall'altro per adattare alle costruzioni que' materiali che sono a sua disposizione con economia e con successo. Ma l'esercizio del suo ingegno, richiesto così nell'ardito e discreto progettare e nell'abile applicazione de' mezzi, diviene ancor più severo quando si applica ad escogitare rimedî alla non riuscita, che tanto facilmente agghiaccia e soggioga l'energia e l'invenzione. Per questo riguardo il nome di Roberto Stephenson e l'associazione di esso cogli ardimentosi esperimenti descritti nella prima sezione, e col gigantesco concepimento applicato con tanto successo sul Conway e sullo stretto di Menai, si presenta come quello di uno de' più grandi tra gl'illustri ingegneri inglesi.

Prima di procedere alla descrizione de' ponti tubulari

e di quelli a travi tubulari, composti di lamine e telai di ferro malleabile, troviamo interessante di far menzione delle altre strutture formate di questi materiali le cui primitive applicazioni ci aiuteranno a comprender la storia dell' uso di essi nella costruzione de' ponti.

La fabbricazione del ferro sotto la forma di lamine e di spranghe di varie sezioni, si esegue facendo passare il ferro stesso tra due cilindri, per mezzo de' quali possono ottenersi lamine della spessezza che si vuole, e si può dare una varietà infinita di forme alle sezioni delle spranghe del duttile metallo. Questa invenzione, nella sua applicazione moderna, è dovuta al sig. Enrico Cort, di Southampton, che ottenne due patenti pe' suoi perfezionamenti nella manifattura del ferro. La prima di queste patenti è della data de' 17 gennaio 1783, e l' invenzione è intitolata « un metodo e procedimento di preparare, » trattare, maneggiare e lavorare diverse specie di ferro, » e di ridurre le medesime per uso di macchine; un for» nello ed altri apparecchi ». La seconda patente è della data de' 13 febbraio 1784, ed è intitolata « nuovo modo ed » arte di laminare, maneggiare e ridurre il ferro e l' ac» ciaio a spranghe, lamiere, ec., di qualità più pura, in » grandi quantità, con una applicazione più efficace del » fuoco e di macchine, e con un prodotto maggiore di » quello dato da ogni altro metodo prima seguito e posto » in pratica ». Queste invenzioni sono descritte nel Repertorio di Arti, per l' anno 1795, dal quale ricaviamo il seguente estratto dalla descrizione data dall' inventore. Dopo aver descritto il suo processo di secondo affinamento il sig. Cort dice. » Tutta l' indicata parte del mio me» todo e procedimento per preparare, fabbricare e la» vorare il ferro, è sostituita all' uso delle fucine di affi» namento, ed è mia invenzione e non fu mai prima » usata e messa in pratica da alcun'altra persona. Il ferro » così preparato può dopo esser ridotto in piastre ed am» massato, o rotto, o lavorato in un fornello ad aria sia col » mezzo di crogiuoli o ammucchiando i pezzi con qualun» que de' sistemi usati nella manifattura del ferro ne'for» nelli a *coke* senza crogiuoli. Ma il metodo o procedi» mento da me inventato e condotto a perfezione è quello » di far rimanere il ferro nello stesso fornello, o di met» terlo in altri fornelli ad aria e di riscaldarlo sino al » calore bianco e quindi di batterlo sotto un martello da » fucina, o per mezzo di altre macchine, in masselli o » altre forme; e questi possono riscaldarsi secondo l'an» tica pratica; ma la mia novella invenzione consiste nel » porli di nuovo nello stesso o in altro fornello ad aria » dal quale io li tolgo per ridurli sotto il martello da fu» cina, o altrimenti, come sopra si è detto, in forma di » spranghe, verghe, quadretti per filiera o per quegli altri » usi che possono occorrere. Ed i masselli essendo stati » ridotti col precedente processo alle dimensioni delle sca» nalature de' cilindri, attraverso a' quali debbono passare, » sono da me lavorati al cioncone, nel modo col quale io » uso le spranghe di ferro battuto, messi in fasci e riscal» dati al calor bianco per questo oggetto; il qual modo » di lavorare ogni sorta di ferro al calor bianco tra ci» lindri scanalati è interamente di mia invenzione ». Successivi perfezionamenti sono stati applicati a queste operazioni ed alla formazione delle lamine, e le dimensioni e la forza delle macchine adoperate a quest'uso sono state ancora considerabilmente estese. Come esempio delle grandi dimensioni che ora si danno alle lamine, possiamo citarne talune di recente fatte dalla Compagnia di Coalbroak Dale, per le lamiere del fondo de' generatori di vapore, le dimensioni delle quali sono 10 piedi e 7 pollici per 5 piedi ed 1 pollice, e $7/16$ di pollice di grossezza.

Le spranghe di ferro si ottengono facendo passare i masselli del metallo fra cilindri sulla cui superficie sono tagliate delle scanalature corrispondenti, in modo che lo spazio rimasto fra i due cilindri quando essi sono posti interamente o quasi in contatto, è della forma che si vuol dare alla sezione della spranga. Le varie forme di spranghe nelle quali il ferro è così lavorato sono; la sezione circolare o ferro rotondo o a verghe; la sezione rettangolare, o il ferro quadrato o piatto; la sezione a L o ferro angolare, che si lavora in varii modi, con lati di lunghezza uguale o disuguale e con facce parallele ovvero restringendosi verso gli spigoli, la sezione a T, colla parte rettangolare di spessezza eguale o disuguale e colle facce parallele ovvero concorrenti; la sezione a T doppia od a ⌶ con uguali variazioni di forma (3). Oltre di queste sezioni ordinarie una o più delle quali si usano in molte strutture a telai di lamiera, vi sono molte altre sezioni preparate per particolari oggetti fra le quali trovansi le piccole sbarre di ferro per formare la persiane, e le svariate sezioni, di maggiori dimensioni, per rotaie e per altri oggetti nella costruzione delle strade ferrate.

Oltre all' uso delle lamine di ferro malleabile nelle caldaie delle macchine a vapore, una delle prime fra le moderne applicazioni di esse fu quella della costruzione delle navi, arte che è ancora nella sua infanzia, e che

(3) L'introduzione della sezione a doppia T od a ⌶ sembra appartenere a' sig. Kennedy e Vernon di Liverpool, i quali ottennero una patente, con la data de' 15 aprile 1844, per « taluni mi» glioramenti nella costruzione de' vascelli di ferro ed altri per la na» vigazione sulle acque ». Essi dicono che mentre sino a quell' epoca i vascelli di ferro erano costrutti d' ordinario col ferro a L, col ferro a T e col ferro a spranghe, o con qualche modificazione di queste forme, ad essi è dovuta l' introduzione di un ferro formato in un sol pezzo con una piastra sull'orlo che sporge da uno o dai due lati, ad oggetto di rendere più forte il ferro che si usa nelle travi de' ponti e delle paratìe e per le coste de' fianchi de' vascelli non che l' introduzione di un ferro con una piastra o lamina sopra un orlo, sporgente da uno o da ambo i lati, con un pezzo o con pezzi di ferro ad angolo o a T ribaditivi.

è probabilmente capace di perfezionamenti tali da ovviare alle obbiezioni che sono state presentate contro di essa dall'ignoranza e dal pregiudizio.

Il primo battello di ferro sembra essere stato quello costrutto dal fu sig. Aronne Manby nel 1820-21, nelle manifatture di ferro di Horseley, a Tipton presso Birmingham. Questo battello, chiamato l'*Aronne Manby*, avea 120 piedi di lunghezza e 18 di larghezza e carico pescava 3 piedi e 6 pollici di acqua. Esso era mosso colle ruote articolate di Oldham animate da una macchina della forza di 80 cavalli, e quando fu compiuto attraversò la Manica con sir Carlo Napier, e continuò per molti anni il tragitto tra Parigi e l'Havre. Circa 10 anni dopo, quattro battelli di ferro furono costrutti per la Compagnia delle Indie Orientali da'sig. Maudslay e Field: questi battelli erano destinati alla navigazione del Gange, ed ognuno conteneva una macchina oscillante della forza di 60 cavalli: le loro dimensioni erano 120 piedi di lunghezza, 24 piedi di larghezza, e ciascuno pescava 2 piedi di acqua. I battelli di ferro battuto oltre al possedere una maggior solidità e leggerezza in paragone di quelli di legno si prestano alla formazione delle paratie chiuse impervie all'acqua, le quali come è riconosciuto danno gran sicurezza nel caso di accidenti.

Il metodo ora usato nella costruzione de' battelli di ferro si comprenderà bene dalla descrizione di uno di essi; a questo oggetto noi scegliamo la real fregata a vapore *Megæra* ultimamente costrutta per servizio del governo da'sig. W. Fairbairn e figli, e mossa da macchina a vite. Le dimensioni di questa nave sono le seguenti: Lunghezza tra le perpendicolari 196 piedi; larghezza massima 37 piedi 6 pollici; altezza dalla parte inferiore del ponte sino alla sommità degli appoggi della macchina 24 piedi; tonnellaggio (antica misura) 1298 tonnellate; forza 300 cavalli; (macchine de' sig. Rennie). La chiglia è alta 8 pollici $^1/_2$ ed è scanalata per una grossezza di 5 pollici da ciascun lato pel fasciame de' torelli. Essa è grossa pollici 3 $^3/_8$ nella parte inferiore e pollici 2 nella superiore. La poppa è formata da una continuazione della chiglia, ed è delle stesse dimensioni sino alla linea d'acqua del battello carico, al di sopra della quale essa si riduce ad una spranga uniforme di 6 pollici per $1^1/_2$. Le coste sono distanti per 12 pollici nel mezzo del battello e questa distanza diviene di pollici 18 nella parte anteriore e nella posteriore. Nel mezzo del battello le coste sono formate di ferro angolare di pollici $5 \times 3 \times {}^7/_{16}$, e nelle parti anteriore e posteriore di $5 \times 3 \times {}^3/_8$. Il fondo piano del battello è formato di ferro in lamine larghe 14 pollici e grosse $^7/_{16}$ di pollice, attaccate a ciascuna delle coste. Il paramezzale nel centro è largo 18 pollici e grosso $^1/_2$ pollice e ne' due lati è largo 14 pollici e grosso $^7/_{16}$ di pollice. Le lamiere di copertura sono disposte nel modo seguente: due da ciascun lato della chiglia hanno la grossezza di $^{11}/_{16}$ di pollice nella parte mezzana del battello, e $^5/_8$ di pollice nella parte anteriore e posteriore; le lamine di fondo sono di $^9/_{16}$ e $^8/_{16}$ di pollice e si riducono a $^7/_{16}$ alla linea d'acqua del battello carico. Le sentine sono formate di due pezzi di lamiera di $^5/_8$ di pollice. I fianchi del battello, al disotto della linea d'acqua sono di lamine di $^7/_{16}$ di pollice, di $^3/_8$ di pollice nel mezzo del battello e $^3/_8$ nella parte anteriore e posteriore. Le ribaditure delle lamine sono doppie dappertutto, e le commessure longitudinali sono accavallate sino all'altezza della linea d'acqua, ed al disopra di questa linea sono spianate.

Nelle lamine destinate alla copertura de' battelli e che sono necessariamente indebolite verso gli orli pe' buchi molto vicini delle ribaditure, si è introdotto un perfezionamento per compensare questo indebolimento, il quale consiste nel dare maggiore spessezza alle lamine negli orli. Il sig. J. G. Bodmer, di Manchester, alcuni anni or sono prese una patente per un modo di far ciò, ed immaginò una lamina rivoltata di copertura per abbracciare gli orli ingrossati delle due lamine unite e così alleviare le ribaditure di una parte della tensione laterale alla quale sono sottoposte. Nel battello il *Grappler* il sig. Fairbairn adottò delle lamine con orli ingrossati, che s'incontrano nel mezzo delle coste di ferro T e sono ribadite su queste. L'importanza di questi orli ingrossati può scorgersi da' risultamenti presentati dagli esperimenti, i quali hanno mostrato che la resistenza alla tensione delle lamine ne' punti d'unione, è con ribaditure semplici di soli 60 per 100 della resistenza della lamina, e con doppie ribaditure di 75 per 100. Nelle lamine del *Grappler*, gli orli sono ingrossati nella proporzione di circa 5 a 3 della grossezza delle lamine stesse; cosicchè l'area della sezione fatta lungo i buchi delle ribaditure è quasi eguale a quella della sezione fatta nel corpo della lamina. Questo ingrossamento porta anche un gran vantaggio per la eguaglianza esterna della copertura, giacchè permette che le teste de'chiodi siano di forma conica ed entrino nella grossezza della lamina in modo da conservare piana la superficie esterna. La copertura del *Grappler* è formata nel modo seguente: nel sito de' torelli vi sono le lamine comuni di $^1/_2$ pollice di grossezza, della maggior lunghezza possibile, larghe 15 pollici e doppiamente ribadite alla chiglia; il rimanente della copertura è delle lamine ad orli ingrossati del sig. Fairbairn, e delle seguenti grossezze: lamine del fondo $^9/_{16}$ di pollice agli orli e $^3/_8$ di pollice nel centro; lamine della parte bassa de' fianchi $^1/_2$ pollice agli orli e $^5/_{16}$ di pollice nel centro; lamine della parte alta de'fianchi, $^7/_{16}$ di pollice agli orli ed $^1/_4$ di pollice nel centro. I chiodi sono del miglior ferro di Low Moor, ed i diametri e le distanze fra essi sono i seguenti: nel sito de' torelli 1 pollice di diametro e 9 chiodi a piede lineare con doppia ribaditura; nelle lamine del fondo $^3/_4$ di pollice di diametro

6 chiodi per piede; nelle parte bassa de' fianchi $^3/_4$ di pollice di diametro e 6 chiodi per piede, e nella parte alta $^5/_8$ di pollice di diametro e 7 chiodi per piedi, tutte con semplice ribaditura.

Sino alla fine dell'anno 1845, più di cento battelli inglesi erano stati costrutti in ferro, con coste di spranghe e copertura di lamine; e dopo quell'epoca molte aggiunzioni sono state fatte in questa applicazione del ferro malleabile.

Un altro oggetto simile pel quale questo materiale si è adottato con successo è la costruzione di cassoni o porte galleggianti per l'ingresso de' *docks* bagnati, o pe'bacini di grande estensione. Il profilo longitudinale di questi cassoni è quello di una piramide tronca rovesciata, la linea orizzontale del fondo e i due lati inclinati della figura formando una chiglia continua, la quale, quando il cassone è caricato per mezzo della introduzione dell'acqua, regolata con cateratte, va ad incastrarsi in una scanalatura fatta ne' lati e nel fondo dello fabbriche dell'entrata, e chiude ogni comunicazione fra le acque interne e le esterne. L'uscita dell'acqua contenuta nel cassone nel tempo delle acque basse, e la chiusura delle cateratte nel tempo della marea, fa elevare il cassone e lo fa uscire dalla scanalatura in modo da aprire il passaggio. La sezione verticale fatta nel mezzo del cassone rassomiglia molto a quella di un vascello e la sua costruzione con coste e lamine di copertura è precisamemente simile a quella de' battelli di ferro.

Il grande uso delle lamine di ferro per questo e simili oggetti ha fatto introdurre molti perfezionamenti nelle macchine per forare e ribadire, talune delle quali meritano di essere descritte, per intendere lo stato attuale di quest'arte e le facilitazioni per mezzo delle quali fu promossa la sua ultima applicazione all'importante oggetto della costruzione de' ponti.

L'operazione di unire le lamine di ferro alle coste o all'ossatura della costruzione comprende tre distinti processi; cioè la fabbricazione de' chiodi, la formazione di buchi nelle due parti da unire e la ribaditura de' chiodi nel sito opportuno. I chiodi di ferro per la ribaditura delle lamine si fabbricano ora in grandi grandi quantità per mezzo di macchine perfezionate, con le quali il ferro è tagliato alla lunghezza necessaria dalle verghe, e la testa è formata accuratamente a dado. La foratura si è per molti anni eseguita con una macchina, chiamata *lever-fly* per la sua costruzione, essendo una delle sue parti principali una leva di ferro di grande lunghezza e peso, innalzando il braccio lungo della quale si abbassava il braccio più corto comprimendo il foratoio adattato ad esso con un opportuna traversa articolata in modo da farlo operare verticalmente sul pezzo sul quale la lamina da forarsi era situata orizzontalmente. I progressi dell'arte dell'ingegnere meccanico hanno però prodotte molte macchine da forare più perfette per mezzo delle quali il lavoro si esegue con gran celerità e precisione.

Nel corso della descrizione de' lavori de' ponti di Conway e Britannia avremo occasione di parlare di un ingegnoso meccanismo inventato per forare le lamine di que' ponti dal signor Roberts, di Manchester; ma per ora possiamo far menzione di una bella applicazione del principio del torchio idraulico all'uso di forare, ribadire e ritagliare le lamine di metallo, inventata dal sig. Carlo May di Ipswich, che ne ottenne privilegio. La patente è della data de' 15 aprile 1846, ed è intitolata per « taluni » perfezionamenti nelle macchine per forare, ribadire e ri- » tagliare le lamine metalliche ». Il meccanismo per fare i buchi nel metallo consiste in un forte telaio di ferro, della forma di un ferro da cavallo, un braccio del quale è formato in modo da contenere un dado con un buco della grandezza di quelli che si vogliono fare nella lamina. Questo dado è asssicurato nella sua posizione nel telaio per mezzo di una vite di pressione, che permette anche di toglierlo e di sostituirne altri; secondo la grandezza dei buchi da farsi. L'estremità dell'altro braccio è vota, e vi è adattato un solido stantuffo o pistone, simile a quello del torchio idraulico, e che in questa macchina porta il foratoio. Il pistone è ben tornito nella sua superficie cilindrica ed entra in un astuccio anulare che è formato in modo da adattarsi esattamente dalla parte interna al pistone e dall'esterna alla cavità lasciata nel braccio del telaio. Tanto l'astuccio che il pistone hanno una scanalatura anulare intagliata nella loro superficie esterna e nella quale è adattata la scatola di cuoio per impedire il passaggio dell'acqua durante la pressione. All'estremo posteriore del pistone è attaccata una verga che passa per un scatola stoppata nel telaio ed è attaccata all'altra estremità ad una molla spirale, per l'azione della quale il pistone ed il foratoio sono rimossi quando cessa la pressione. Per mezzo di trombe l'acqua passa ad agire sul pistone a traverso di un'apertura nel telaio di ferro della macchina, la forma della quale permette di sospenderla ad una gru traversale e così muoverla a piacere. In questo caso le lamine da forarsi sono applicate alla macchina verticalmente, mentre il foratoio agisce in una direzione orizzontale. L'acqua è premuta dietro il pistone mediante due trombe una delle quali è considerabilmente maggiore dell'altra, per condurre le parti mobili dell'apparecchio sino alle lamine con un'azione rapida, alla quale succede l'azione della piccola tromba, che produce la pressione necessaria a forare il metallo, e che dà luogo soltanto ad un lento moto.

Le altre parti dell'invenzione comprendono i mezzi opportuni per ribadire o ritagliare le lamine col mezzo di pistoni e trombe. L'inventore asserisce consistere il suo trovato, prima nell'applicazione della pressione di un fluido, prodotta per mezzo di trombe, alla foratura de' metalli; in secondo luogo, l'applicazione della pressione

medesima ottenuta nello stesso modo, alla operazione di ribadire insieme la lamine di metallo; ed infine, la disposizione di una serie di pistoni idraulici per ritagliare le lamine metalliche. È però a temersi che la lentezza del movimento di queste macchine non distrugga il vantaggio dell'economia di forza, e nel tempo stesso non le renda disadatte ad estese applicazioni.

La terza parte dell'operazione di unire le lamine o spranghe di ferro, cioè la ribaditura, si esegue riscaldando i chiodi, su' quali si è già formata una testa, passandoli ne' buchi corrispondenti nelle due parti da unirsi, e battendo la loro estremità sporgente, in modo da formarne un' altra testa di maggiore diametro. Mentre quest' ultimo processo si esegue da un operaio, un altro batte continuamente con un martello sulla testa primitiva del chiodo. Nel raffreddarsi il chiodo, la sua lunghezza diminuisce, e così tende a tenere le due parti strettamente unite. Il più gran perfezionamento finora portato nelle macchine e nel procedimento della ribaditura è quello pel quale il sig. Fairbairn ottenne patente nel 1833, che consiste nell' applicazione del vapore e rende l' operazione capace di una celerità e di una perfezione senza esempio. Successive modificazioni dell'apparecchio inventato dal signor Fairbairn, sono state immaginate da altri, fra le quali possiamo citarne una de'sig. Schneider e C. di Creusot in Francia; ed anche un' altra posteriore invenzione del sig. James Garforth, di Dukinfield, Chester, per l' applicazione diretta della forza espansiva del vapore a'conii da ribadire. La patente del sig. Garforth è de' 10 dicembre 1845 per « taluni perfezionamenti nelle macchine o apparati per le unioni delle caldaie ed altri oggetti ». L'inventore « non si limita all' uso della pressione del vapore, nel modo come può ancora applicarsi l' azione diretta dell' acqua, dell' aria o di altro mezzo. Esso non reclama come suo trovato l' uso esclusivo di molte parti della macchina che descrive, se non quando sono applicate all'oggetto della sua invenzione, che consiste nella ribaditura delle lamine metalliche per mezzo di conii mossi dalla forza elastica del vapore, dell' acqua o di alto mezzo elastico. »

Il taglio delle lamine di ferro per agguagliarne gli orli o adattarle allo spazio che debbono occupare, è un'altra importante operazione per la quale si sono usate varie specie di meccanismi. Dapprima il *lever-fly*, già citato come istrumento per fare i fori, erasi anche adattato a tagliare lamine; il braccio lungo della leva passava rasente un braccio fisso, e ciascuno di essi era munito di un lungo tagliatoio di acciaio. Ora però si usano per questo oggetto macchine di molto maggiore efficacia e potenza. Per impedire l' incurvamento al quale sono esposte le lunghe lamine nel tagliarle, il sig. W. V. Wennington, dello Staffordshire, prese a 20 luglio 1846, una patente per una combinazione di macchine, sotto il titolo di « perfezionamenti ne' metodi di tagliare le lamine di ferro ». L' invenzione consiste nella combinazione del movimento di rotazione con quello orizzontale continuo. Il movimento di rotazione si esercita da un tagliatoio circolare, messo in azione per mezzo d' ingranaggio, ed il movimento orizzontale un' altro tagliatoio attaccato ad una tavola trasversale, sulla quale si pone la lamina di ferro. Il tagliatoio circolare è fissato all' estremo di un asse che gira fra due appoggi fissati in aste verticali, e provveduti di viti regolatrici. L' altra estremità dell'asse ha una ruota ad angolo che può ingranare alternativamente con l' una o l' altra di due altre ruote ad angolo scorrenti sopra perni sull' asse principali di una macchina mossa dal vapore o da altro motore. Con questo mezzo un movimento alternativo di rotazione è dato al tagliatoio circolare, mentre la tavola, movendosi sopra rotaie in forma di Λ, riceve un movimento trasversale per mezzo di una sega dentata fissata ad essa, e che ingrana in un rocchetto girante sull'asse del tagliatoio circolare ed immediatamente dietro allo stesso. Ciascuna delle ruote ad angolo scorrendo sull'asse principale è alternativamente fatta ingranare e tolta d'ingranaggio con la ruota sull' asse del tagliatoio, per mezzo di una leva biforcata che agisce sopra un bocciuolo, la qual leva è messa in movimento per mezzo di piuoli fissati sulla faccia inferiore della tavola, e così si dà un movimento alternativo innanzi ed indietro al tagliatoio circolare ed alla tavola col tagliatoio trasversale.

SEZIONE III.

Prima costruzione di travi di lamine di ferro battuto, con patente, del sig. Fairbairn. — Loro applicazione alla costruzione de' ponti. — Ponte sulla linea della strada ferrata di Blackburn e Bolton. — Ponti dello sbarcatoio di Liverpool. — Gran ponte eretto da' sig. Fairbairn e figli sulla linea della strada ferrata di Manchester, Sheffield e del Lincolnshire a Gainsborough.

I primi tentativi per sostituire il ferro battuto al ferro fuso nella costruzione delle travi, furono fatti unendo verticalmente le lamine con ribaditure, ed attaccando una striscia di ferro ad angolo da ciascun lato tanto alla parte superiore che alla inferiore, in modo da formarvi delle piastre artificiali, onde dare la necessaria solidità a queste parti. Travi, così formate, sono state adoperate pei ponti delle navi per quindici anni; il sig. Fairbairn le applicò alla costruzione de'solai nell' anno 1832. Talune furono costrutte per essere usate in un edifizio eretto nell' arsenale di Portsmouth nel 1847, ed erano lunghe 41 piedi e 3 pollici, alte 2 piedi nel centro e ridotte per mezzo di una curva parabolica della linea superiore all' altezza di 1 piede agli estremi. Il corpo della trave era composto di una doppia grossezza di lamine, ciascuna di

/8 di pollice. Queste lamine erano lunghe circa 6 piedi e 9 pollici ognuna, e disposte in modo che le loro commessure si alternavano. Un ferro ad angolo era ribadito da ciascun lato presso l'orlo superiore, e rendeva la larghezza della trave di 9 pollici nella faccia superiore; ed un altro ferro di simile forma, ma di maggiori dimensioni, era ribadito presso l'orlo inferiore, rendendo la larghezza nella faccia inferiore di 16 pollici; i chiodi delle ribaditure aveano $^5/_8$ di pollice di diametro. La figura 2, tav. XI, mostra l'alzato di una di queste travi, e la figura 3 una sezione fatta nel centro sopra una scala maggiore. Queste travi erano evidentemente formate ed imitazione delle proporzioni trovate opportune per quelle di ferro fuso, la cui minor resistenza alla tensione richiede maggior materiale nella parte bassa della sezione. Posteriori ricerche, come si vedrà in seguito, hanno mostrato non essere applicabile questa legge al ferro battuto adoperato in questa maniera. Esperimenti fatti su queste travi, prima di porle in opera, mostrarono che un peso di 10 tonnellate, applicato nel centro di ciascuna trave col torchio idraulico, produceva una flessione da 1 pollice ad 1 $^1/_4$, essendo la distanza fra gli appoggi di 40 piedi e 5 pollici; ma nel rimuovere la pressione le travi riacquistavano quasi la forma primitiva, non rimanendovi che una curvatura di $^1/_{16}$ di pollice di freccia. Queste travi mancavano però di solidità laterale, ed erano esposte a cedere piegandosi di lato, prima che si osservasse alcun segno di rottura o cedimento verticale.

Onde ovviare a questo inconveniente, ed ottenere la gran solidità e rigidezza richiesta nell'uso delle travi di ferro battuto per le costruzioni di strade ferrate, fu immaginata la forma tubulare, e fu usato il ferro a T a formarne costole verticali, così che le lamine laterali potessero disporsi verticalmente. Gli esperimenti avendo ancora provato che il ferro battuto così applicato resiste meno alla compressione che alla tensione, divenne necessario di accrescere la solidità della parte superiore delle travi costrutte di questo materiale, e la formazione di scompartimenti separati o cellule fu adottata a questo oggetto.

Siamo debitori per questi diversi perfezionamenti al sig. Fairbairn, il quale ottenne una patente in data del dì 8 ottobre 1846, per « miglioramenti nella costruzione « delle travi di ferro per ponti ed altre strutture ». Questi perfezionamenti sono qui descritti per la relazione che essi hanno colla costruzione delle travi di ferro pe' ponti ed altre opere, con l'uso di lamine di metallo, unite con ribaditure e costole di ferro passato al cioncone. Le lamine laterali si toccano l'una con l'altra negli orli e sono unite dalla parte esterna per mezzo di fasce o piastre di copertura, e nell'interno per mezzo di costole verticali di ferro a T, ribadite sì le une che le altre con le lamine laterali medesime. La parte superiore di questa trave vota è formata con due o più cellule rettangolari, composte di lamine situate verticalmente, ed unite con pezzi di ferro ad angolo e con ribaditure alle lamine della faccia superiore e de' lati. La parte inferiore è formata da lamine di ferro, unite insieme mediante piastre che ne coprono le commessure, ed attaccate alle lamine laterali per mezzo di un ferro ad angolo e ribaditure. La parte superiore può costruirsi di ferro fuso o di ferro malleabile, e le cellule possono essere rettangolari, o ellittiche o di ogni altra forma opportuna onde prevenire la piegatura per effetto della compressione; e possono ancora adoperarsi per ciò altri mezzi, come grossi pezzi fusi, o più sottili lamine di ferro, disposti in modo da formare delle cellule vote. La parte inferiore della trave può ancora costruirsi di una serie lamine di semplice o di doppia grossezza, ribadite insieme. Le commessure delle lamine si alternano in modo da non formare una linea continua, e sono ribadite con un sistema particolare, chiamato dall'inventore ribaditura a catena (*chain-riveting*), giacchè forma da per tutto una catena di lamine; e questa costruzione unisce le piastre di copertura in modo da non indebolire le lamine principali, con file continue di buchi, ma da formare delle maglie di connessione in ogni giuntura per mezzo di una serie longitudinale di chiodi.

Questa utile invenzione, che comprende i migliori metodi finora immaginati per unire le molte parti delle costruzione di ferro in lamine e spranghe, contiene ancora i principî secondo i quali le travi tubulari possono essere, e sono state, costrutte, di una grandezza tale da poterne formare de' ponti capaci di ammettere il passaggio interno di convogli di strade ferrate e di altro traffico.

Il primo ponte di travi tubulari di ferro battuto costrutto secondo la patente del sig. Fairbairn, fu eretto dal medesimo pel sig. Vignoles, onde far passare la strada ferrata di Blackburn e Bolton sul canale di Leeds e Liverpool. Questo ponte è rappresentato nelle figure 4, 5, 6 e 7 della tavola XI. La fig. 4 è l'alzato del ponte; la figura 5 una sezione trasversale del ponte medesimo, sopra una scala più grande; la figura 6 una sezione trasversale, sopra scala ancor più grande, di una delle travi esterne; e la figura 7 un profilo longitudinale, in grande, di una parte di una delle travi, che mostra la sezione di uno de' pezzi trasversali di legno da' quali la strada ferrata è sostenuta. La luce di questo ponte è di 60 piedi, e ciascuna trave è lunga in tutto 66 piedi, essendo gli appoggi nella fabbrica di 3 piedi da ciascun lato. Le due linee di rotaie sono condotte fra tre travi parallele. Ogni trave si compone di uno scompartimento rettangolare superiore, formato di lamine grosse $^3/_8$ di pollice, e ribadite negli angoli interni con ferri angolari; di lamine laterali, grosse $^5/_{16}$ di pollice, unite per mezzo di ribaditure a costole di ferro T, ed anche ribadite alle lamine dello scompartimento superiore ed a' suoi ferri angolari interni, per mezzo di costole longitudinali di ferro

angolare, situate esternamente; e di doppie lamine inferiori, ciascuna della grossezza di 3/8 di pollice, unite con ribaditure a fasce longitudinali esterne di ferro ad angolo (4). Le rotaie sono poggiate sopra pezzi di legno longitudinali, che, con un tavolato intermedio, sono sostenuti da travicelli trasversali di legno, sospesi per mezzo di doppie staffe di ferro battuto, le quali passano nella parte superiore a traverso delle lamine inferiori delle travi di ferro, e sono assicurate con dadi a vite. Un perno verticale di ferro battuto passa pure a traverso di un cannello di ferro fuso nello scompartimento superiore delle travi, e nella parte inferiore a traverso di ciascun travicello trasversale, al di sotto del quale è fissato con una piastra ed un dado a vite. Prima di essere aperto al transito questo ponte fu sottoposto a forti pruove e fu trovato resistere perfettamente a tutti i pesi de'quali venne caricato. Tre macchine locomotive, del peso di 20 tonnellate ciascuna, occupanti l'intera lunghezza del ponte di 60 piedi, furono fatte passare insieme a guisa di convoglio, con velocità varianti da 5 a 25 miglia all'ora, e produssero nel mezzo del ponte un abbassamento di soli 0.025 di un piede. Due zeppe di 1 pollice di altezza furono quindi situate sulle rotaie nel mezzo della luce del ponte, e l'urto della caduta delle locomotive, nel passare sopra di esse con una velocità di 8 a 10 miglia all'ora, produsse un abbassamento de' soli 0.035 di un piede, il quale si accrebbe sino a 0.045 di un piede, o a solo mezzo pollice circa, quando furono sostituite zeppe di pollici $1\frac{1}{2}$. Il peso ed il costo comparativo di un ponte di questa costruzione, e di un ponte a travi di ferro fuso, concatenate da spranghe di ferro malleabile, sono stati così ricavati da esempî esistenti:

Ponte a travi di ferro fuso, di 60 piedi di corda.

	l.	*scell.*
Ferro fuso, 76 tonnellate, a lire sterline 12 per tonnellata	912	0
Ferro battuto, 14 tonnellate, a lire 37 e 4 scellini.	520	16
	1432	16

Ponte a travi tubulari di ferro battuto, di 60 piedi di corda.

Peso 30 tonnellate, a lire 30 a tonnellata. .	900	0

mostrando un risparmio di 532 lire e 16 scellini nel costo de' lavori di ferro, con una solidità e sicurezza molto maggiore.

(4) La trave centrale, avendo una doppia funzione a compiere, è fatta più forte in proporzione.

Un altro esempio dell' applicazione de' ponti di tra tubulari di ferro battuto, sopra una scala molto più grand è quello de'due ponti per mezzo de'quali il grande sbarca toio di Liverpool è unito alla riva murata de'bacini. Quest sbarcatoio, costrutto secondo il progetto generale dell'in gegnere sig. Cubitt, consiste in un telaio di legno lung 500 piedi e largo 80, galleggiante sopra pontoni di ferr battuto, fissati a traverso e sotto la piattaforma, ciascun lungo 80 piedi, largo 10 ed alto 6. La comunicazione tr lo sbarcatoio e la riva murata è data da due ponti co strutti secondo il sistema privilegiato del sig. Fairbairn Ciascun ponte è lungo circa 150 piedi, ed è unito coll spiaggia da un lato e con lo sbarcatoio dall'altro, in modo da render possibile il movimento orizzontale ed il verticale, e così secondare l'alzarsi, l'abbassarsi, l'ondeggiare e lo scorrere del'a marea, e mantenere costamente un passaggio per vetture e persone. I particolari di questi ponti sono rappresentati nelle fig. 8, 9 e 10, tav. XI. La fig. 8 è l'alzato di uno di essi, la fig. 9 una sezione trasversale nel mezzo delle travi, della carreggiata e dei due marciapiedi o gallerie pe' pedoni, e la fig. 10 è un profilo dell'estremo di una delle travi, sulla stessa scala della fig. 9. La costruzione delle travi ed il modo di sospensione de'pezzi di legno trasversali che sostengono la carreggiata ed i marciapiedi sono, come si scorge, simili a quelle del già descritto ponte costrutto dal sig. Fairbairn sul canale di Leeds e Liverpool. La lunghezza totale di ciascun ponte è di 152 piedi e 4 pollici, o 142 fra le guaine di ferro fuso delle estremità. L'altezza delle travi è di 5 piedi e 6 pollici agli estremi ed 8 piedi 6 pollici nel mezzo. Lo scompartimento superiore è largo 2 piedi e 6 pollici, ed alto 1 piede ed 1 pollice, ed è diviso in due cellule da una lamina centrale di separazione, ribadita alle lamine superiore ed inferiore per mezzo di costole di ferro battuto. Il corpo della trave è largo 2 piedi all'esterno, ed è composto di lamine larghe due piedi, disposte verticalmente, e con le commessure coperte da piastre larghe pollici $4\frac{1}{2}$, e fermate con chiodi distanti pollici $2\frac{3}{4}$ da centro a centro. Le lamine formanti lo scompartimento superiore sono lunghe 6 piedi, con piastre che ne coprono le commessure all'esterno. La carreggiata è larga 11 piedi fra le travi, e ciascun marciapiede è largo 6. Le travi sono legate insieme nel mezzo della loro lunghezza da un arco tubulare, a sezione rettangolare, formato di una parte superiore, una parte inferiore e lamine laterali, unite con ribaditure e ferri angolari esterni. Le dimensioni della sezione sono: 1 piede e 9 pollici di altezza, ed 1 piede e 6 pollici di larghezza da fuori a fuori. I travicelli trasversali di legno, che sostengono la carreggiata ed i marciapiedi, sono di pollici 10 × 10 nel mezzo, ed 8 × 8 agli estremi, e sono sospesi dalle travi col mezzo di staffe di ferro battuto. Ciascuna galleria laterale, o marciapiede,

è guarentita all'esterno da una leggiera inferriata composta di aste di ferro fuso e spranghe orizzontali di ferro battuto.

Il più gran ponte finora costrutto con travi tubulari di questa forma è rappresentato nelle figure 11, 12, 13, e 14, tav. XI. Questo eccellente lavoro di ferro battuto è stato di recente eseguito da'sig. Fairbairn e figli di Manchester, per far passare la strada ferrata di Manchester, Sheffield e del Lincolnshire, della quale il sig. Fowler è ingegnere, sopra il fiume Trent a Gainsbourough, e consiste in due luci, di 154 piedi, ognuna con un pila centrale di fabbrica, e due spalle, ciascuna con un arco estremo di 40 piedi. Il corso del fiume è obbliquo alla direzione della strada ferrata, e le spalle sono quindi situate con un angolo di 50° relativamente alla lunghezza delle travi. Queste sono di grossezza uniforme da per tutto, e sono al numero di due; l'intera larghezza della doppia linea di rotaie, di 26 piedi netti, essendo sostenuta fra esse. La figura 11 è l'alzato, e la fig. 12 la pianta dell'intera costruzione; la fig. 13 è una sezione trasversale della metà del ponte, fatta nel mezzo, che mostra la costruzione di una delle travi, le quali sono di 12 piedi di altezza totale. Lo scompartimento superiore è largo 3 piedi e $^3/_4$ di pollice, alto 1 piede e 3 pollici, ed è diviso mediante una separazione centrale in due cellule. Il corpo della trave è largo 2 piedi e 6 pollici, e 3 piedi sulle lamine inferiori le quali sono messe a doppio. Le lamine laterali sono larghe 2 piedi ed unite con piastre di copertura esterne e con costole interne come negli altri ponti precedenti. Una fascia di lamiera di ferro larga 1 piede, e due strisce di ferro angolare, sono fissate sull'esterno di ciascuna trave in forma di un arco, che interrompe la monotonia delle linee orizzontali, e dà un migliore aspetto generale al ponte, senza però accrescerne per nulla la solidità o la resistenza. Le rotaie sono situate, ne'cuscinetti, sopra correnti longitudinali di legno, che sono sostenuti da travicelli (d) trasversali di lamine di ferro, unite secondo il sistema tubulare, poggiati sulle lamine inferiori delle travi, oltre all'essere ribaditi colle loro estremità alle lamine laterali delle travi medesime. Questi travicelli trasversali, che sono situati alla distanza di 4 piedi da mezzo a mezzo e ad angolo retto con la direzione longitudinale delle travi, sono composti di una parte superiore, una parte inferiore e lamine laterali, ribadite con ferri angolari esterni negli angoli rientranti. La loro sezione, fig, 14, è uniforme da per tutto, ed è alta 16 pollici, e larga 10 pollici nella faccia superiore. I correnti di legno che sostengono le rotaie sono per poco incastrati sopra questi travicelli trasversali, e lo spazio intermedio fra i correnti medesimi è riempiuto da tavole di 3 pollici di grossezza disposte nel senso longitudinale.

(d) Giova avvertire che seguiteremo a chiamar sovente *travi* e *travicelli* i pezzi detti in inglese *girders* e *beams* (parole che hanno questo significato in italiano) anche quando la forma non corrisponda molto esattamente al nome.

SEZIONE IV.

Ponti di ferro malleabile di diverse costruzioni. — Ponti a graticolato. — Ponti tubulari ad archi. — Ponti a travi tubulari con archi interposti di mattoni. — Ponti composti di travi di ferro battuto e fabbrica di smalto. — Combinazione del ferro battuto e fuso ne' ponti armati. — Travi di ferro battuto corrugato.

Il ferro malleabile essendo stato applicato sotto molte forme e combinazioni, oltre di quella delle travi tubulari e del tubo, alla costruzione de' ponti, noi ci proponiamo, onde render compiuto il nostro cenno storico, di destinare questa sezione ad una succinta descrizione de' principali sistemi eseguiti o proposti.

Per cominciare da' più antichi, ci è d'uopo rimontare all'anno 1824, nel quale l'ingegnoso sig. Giorgio Smart, immaginò una combinazione di spranghe di ferro battuto, disposte in forma diagonale, che chiamò un *ponte di ferro con patente.* Questo sistema, che può dirsi il padre dell'estesa famiglia di ponti ora conosciuti sotto il nome di *ponti a graticolato*, de' quali gli Americani hanno costrutti de'giganteschi esempî, presenta un'armatura verticale, con le facce superiore ed inferiore perfettamente orizzontali e composta di spranghe di ferro che s'intersecano in una direzione diagonale, e formano un angolo di circa 18° con l'orizzonte. Quest'armatura comprende pure delle spranghe verticali o *di sospensione*, e delle *spranghe di base* che formano la sua linea orizzontale inferiore. Il numero e le dimensioni delle varie parti sono, come è chiaro, regolati secondo l'estensione dell'opera e l'uffizio ch'essa deve prestare; però ciascuna spranga deve essere formata di dimensioni maggiori ne' punti d'intersecazione, attraverso i quali sono fissati de' perni per connettere l'insieme. Due di queste armature, disposte verticalmente e parallele l'una all'altra, formano il sostegno dell'impalcatura, la quale trovasi fra loro, essendo esse legate da spranghe trasversali di connessione, ed essendo l'impalcatura situata presso la faccia superiore della armatura, e non mai sulle spranghe inferiori, sistema che il sig. Smart considera come di uso comune ma molto erroneo ne' ponti di legno (5). Fra le due armature sono fissate delle tra-

(5) Questo principio, il suo valore pratico ed i suoi effetti richiederebbero maggiore studio: noi qui non facciamo che ricordare la opinione dell'inventore de' ponti a graticolato, in un epoca tanto anteriore a quelle ricerche sperimentali intorno alle forze agenti sulle travi caricate da pesi, e che hanno manifestata la posizione dell'asse neutrale ed il modo di agire delle forze di compressione e di tensione.

verse a croce consistenti in due leggiere verghe di ferro, unite insieme con perni e legate alle spranghe trasversale di connessione. I pregi di questo sistema di ponti si faceano consistere nella sua straordinaria semplicità ed economia; nell'essere le molte spranghe da usarsi tutte di differenti lunghezze, ed i loro buchi tutti forati nello stesso modo, di maniera che nessuna delle parti poteva essere mal situata nella esecuzione; nel potersi inoltre mettere insieme con molta celerità, mentre, essendo composto di molte piccole parti e nessuna di grande peso, il ponte poteasi considerare come portabile, facile a trasportarsi da un esercito, ed eretto, al bisogno, in pochi giorni. Il sig Smart proponeva di costruire le pile del ponte con armature diagonali di spranghe di ferro battuto, simili a quelle del ponte medesimo, e mostrava essere lo stesso sistema applicabile alla formazione di ponti in legno, nei quali egli osservava non essere necessario di limitare la lunghezza dei pezzi componenti le armature, non essendovi nel legno espansione o contrazione in quel senso.

Non si appartiene a questo cenno, riguardante costruzioni in ferro, il dare un lungo ragguaglio intorno a' numerosi esempî ne'quali questa forma di costruzione diagonale è stata usata ne' ponti americani di legno; sebbene la loro notabile semplicità e solidità ne renda lo studio molto interessante per l' ingegnere, e possa qui giustificare una breve notizia di essi, come illustrazione intorno al valore dei principio, suggerito per la prima volta venticinque anni or sono dal sig. Smart, come applicabile a' ponti in ferro ed in legno.

Taluni de' principali ponti a graticolato di America, sono eretti sopra fiumi, per sostenere strade ordinarie o strade ferrate. Uno di questi ponti eretto sul Susquehannah a Columbia, consiste in 29 luci, ciascuna di ducento piedi, l'intero ponte essendo di circa un miglio ed quarto in lunghezza. Il principio secondo il quale questo ponte è costrutto può riferirsi più propriamente a quello di un tetto ordinario; potendosi considerare le due spranghe diagonali opposte del centro come due puntoni che s'incontrano nel mezzo del ponte, e vanno a terminare con l' altro estremo sopra una corda o tirante, che si prolunga in direzione longitudinale da ciascun lato sino alle opposte spalle. Una serie di puntoni, paralleli a quello del centro, si estende dall' uno e dall' altro lato per tutta la lunghezza del ponte, assicurati al loro piede sulla corda longitudinale ed uniti nell' estremo superiore per mezzo di un'altro corrente, situato parallelamente a questa e nello stesso piano verticale. Questi puntoni sono disposti con tale inclinazione ed a tale distanza l' uno dall' altro, che delle aste verticali situate fra loro uniscono la testa di un puntone col piede di quello vicino, procedendo dagli estremi verso il centro del ponte. Tali aste, che, essendo il ponte caricato sulla corda inferiore, sono sottoposte ad una tensione, sono state di recente fatte di verghe di ferro malleabile, invece di legname; le quali verghe provvedute di viti e dadi possono regolarsi in lunghezza, in modo che l' intera struttura può esser condotta ad un perfetto grado di tensione, ed ogni pezzo ed ogni giuntura può esser portata a sostenere la dovuta parte del carico: esse inoltre ovviano all' inconveniente del raccorciamento del legno, e ad altre alterazioni, giacchè l' equilibrio e la perfetta forma della struttura possono col loro mezzo agevolmente ristabilirsi e mantenersi. Collo stringere le viti di queste verghe, il ponte tende a prendere una forma arcata, curvandosi nel mezzo; a ciò si ovvia colla introduzione di contro puntoni che legano la testa di ciascun puntone col piede del vicino, procedendo dal centro verso gli estremi del ponte. Ne' pònti americani di ducento piedi di apertura, le dimensioni delle parti sono le seguenti: lunghezza, 200 piedi; altezza costante dell'armatura, 20 piedi; pezzi della corda inferiore e del corrente superiore pollici 10×25; puntoni, a coppie, pollici $7\,^1/_2$ in quadro; contro puntoni, ciascuno, pollici $7\,^1/_2$ in quadro. verghe di connessione, a coppie, pollici $2\,/_{22}$ in quadro. Una di questa armatnre è situata da ciascun lato del ponte, ed esse sono unite fra loro nel basso da travicelli trasversali, su' quali è posto il tavolato dell'impalcatura.

Un vantaggio distintivo di questo sistema di costruzione è la sua semplicità; giacchè i puntoni ed i contro puntoni sono tutti della stessa lunghezza, e quadrati alle estremità, le quali poggiano solo sopra pezzi attaccati alla corda superiore ed al corrente inferiore, e sono senza incastri nelle loro parti: le verghe di connessione passano attraverso di questi pezzi, e l'intera struttura è tanto semplice che può sollecitamente scomporsi, trasportarsi in altro sito e ricomporsi con la più grande facilità e precisione.

Un ponte a graticolato di ferro battuto, eretto a traverso la linea della strada ferrata di Dublino e Drogheda, ha 84 piedi di luce libera, ed è costrutto sopra un cavamento di 36 piedi di profondità. Le due armature o graticole, disposte parallele l' una all'altra, e riposanti a ciascun estremo sopra semplici spalle di pietra, fabbricate nella scarpa, sono alte 10 piedi, e sono formate da una serie di spranghe piatte di ferro, larghe pollici $2\,/_2$ e grosse $^3/_8$ di pollice, che s' intersecano con un angolo di 45°. Ad un' altezza di 5 piedi e 6 pollici dall' orlo inferiore di queste armature, sono disposti de' traversoni di ferro angolare, sopra de' quali poggia l' impalcatura del ponte. Onde ovviare alla flessione, le armature sono costrutte con una curva di 12 pollici di freccia volgente la sua convessità al disopra, a partire dalle spalle verso il centro; si è però trovato che il passaggio di forti pesi non produce abbassamento sensibile. Il costo totale di questa struttura dicesi essere stato di lire sterline 510.

Devesi però por mente ad una distinzione importante

fra il sistema di semplice graticolato o sistema diagonale, e quello in forma di tetto. Nel primo la resistenza si ottiene per mezzo della connessione delle spranghe ne'punti d' intersecazione, mentre il principio di contrasto de' tetti, che appartiene ancora a' ponti del sistema a tetto sopra descritto, è trascurato. Lo sforzo è quindi interamente sostenuto dai chiodi o perni che attraversano le spranghe nei punti d' intersecazione, e l' effetto di questo sforzo è dimostrato dall' allentarsi de'perni. È inoltre da osservarsi che le spranghe sono ancora considerabilmente indebolite pei buchi fatti nel mezzo di esse; e ne' ponti di legno a graticolato ciò ha sovente prodotto la rottura del materiale. Onde rimediare a questi difetti proprî del sistema, molti dei grandi ponti di America sono stati rinforzati coll' introduzione di armature o di robusti archi di legno fra le due graticole.

Il sistema a graticolato è stato considerabilmente perfezionato in taluni ponti progettati e costrutti dal sig. R. B. Osborne, ingegnere civile, i quali consistono in due corde, una superiore e l' altra inferiore, di ferro malleabile, con traverse intermedie di ferro fuso, in forma di tubi rettangolari. Questa forma di costruzione fu introdotta negli Stati Uniti di America, nell' anno 1844, dopo la quale epoca circa una dozzina di ponti sono stati così costrutti, varianti da 30 a 90 piedi di luce. Armature formate di spranghe diagonali di ferro battuto messe in contrasto le une colle altre, con traverse di ferro fuso per sostener la pressione, mentre le spranghe di ferro battuto debbono presentare la resistenza alla tensione, sembra sieno state introdotte in Francia prima dell' anno 1844. Per ordine del Ministro de' Lavori Pubblici, furono fatti a Parigi degli esperimenti sopra quattro armature costrutte in questo modo, e situate l'una accanto all' altra, con una lunghezza di 74 piedi e 8 pollici fra gli appoggi. Con un peso di 62 tonnellate, l'abbassamento di queste armature fu di pollici $1 \frac{1}{4}$; e togliendo il peso, dopo che era rimasto per un mese sulle armature, queste ripresero la loro posizione primitiva, senza flessione permanente. Onde vedere l'effetto di un urto subitaneo, si fece cadere nel mezzo del ponte un carro carico di tonnellate $4 \frac{1}{2}$ di ferro, senza che producesse alcun danno, eccetto lo schiacciamento delle tavole dell' impalcatura. Il peso delle armature era di tonnellate $20 \frac{1}{4}$.

Una simile combinazione di ferro fuso e malleabile nella costruzione delle armature de' ponti forma il soggetto di una patente accordata nell' anno 1846 al sig. Moulton, per una invenzione del sig. Rider, di Nuova York. In questa combinazione, la corda superiore è detta esser formata di un solo ferro a T, o di due ferri ad angolo uniti insieme, le traverse intermedie fra le corde essendo formate di spranghe di ferro malleabile, disposte diagonalmente, ma non connesse con quelle. Delle spranghe verticali di ferro fuso sono fissate alle corde, ma sono indipendenti dalle spranghe diagonali. Un ponte eretto su questo principio per la strada ferrata di Nuova York e Haarlem, di 70 piedi di luce, e sostenente una doppia linea di rotaie, dicesi non contenga che 13 tonnellate di metallo, e sia costato meno di 500 lire sterline (e).

Noi abbiamo già parlato delle combinazioni del ferro fuso e battuto nelle travi armate de' ponti, e ne abbiamo mostrato un esempio nel ponte della strada ferrata sul fiume Dee a Chester (6). Nel rapporto officiale su' ponti di ferro della strada ferrata della Valle del Trent, compilato dal capitano Coddington, si rileva che su quella linea sono quindici ponti semplici a travate di ferro fuso, la cui lunghezza non eccede 30 piedi; quattro altri che variano da 35 piedi a 37 e 6 pollici; e sei ponti composti a travi di ferro fuso, ciascuna in tre pezzi uniti con perni nelle piastre, con cappelli e sporti nella parte inferiore, e rinforzati con verghe di ferro battuto. Di questi sei ponti, due sono sul canale del Trent e Mersey, ed hanno 54 piedi e 3 pollici di lunghezza; uno sulla strada maestra, di 57 piedi; uno sul Canale di Coventry, di 60 piedi; uno sul canale di Oxford di 44 piedi; ed uno sul fiume Tame, di 70 piedi di lunghezza, pel quale una doppia fila di pali è stata battuta nel letto del fiume, sotto ciascuna delle sei piastre di connessione delle travi; i quali pali sono uniti sulla loro testa per mezzo di correnti che si estendono sotto alle travi medesime. Il capitano Coddington notava: « Nell' istesso modo come io credo » che l' esperienza abbia dimostrata la sufficienza delle » travi semplici fino a 40 piedi di luce, credo ancora » dimostrata la sufficienza delle travi composte fino a » 70 piedi. »

(e) Leggesi nel Giornale della Società degli Ingegneri Austriaci (*Zeitschrift der österreichischen Ingenieur-Vereines*) n. 1, gennaio 1851: » L' ingegnere sig. Neville, perchè si potesse dare un conveniente giudizio del suo sistema di costruzione di ponti (conosciuti sotto il nome di ponti americani di ferro a graticolato) ne ha esposto nella casa del Barone di Rothschild un modello. »

» Questo modello ha la lunghezza di 14 piedi di Vienna ed una larghezza di 16 pollici, ed è la sesta parte di uno da farsene per saggio sul fiume Wien in vicinanza del ponte progettato di Schleifmühlgasse.

» Siccome il sig. Neville ha offerto alla città di Vienna di costruire molti ponti del suo sistema sul Wien, così quello modello fu sperimentato in presenza di una commessione per mezzo di un carico di mattoni. Sotto il peso di 21 quintali si manifestò un abbassamento di 2 linee, e quando questo fu rimosso la superficie del ponte riprese la sua primitiva posizione. »

(6) Nel mese di gennaio 1846 erasi proposto per quest' opera dal sig. Fairbairn un ponte a travi tubulari.

Il sig. Gibbons, delle manifatture di ferro di Corbyn's Hall, ottenne nel 1847 una patente per perfezionamenti nelle travi di ferro pe' ponti, l'oggetto de' quali era di provvedere all' aggiustamento costante, necessario nella lunghezza delle spranghe di connessione, corrispondente a' cambiamenti di temperatura, con la introduzione di molle intermedie. Il sig. Gibbons propose di applicare i suoi perfezionamenti a travi di ferro fuso in tre pezzi, uniti insieme con perni e piastre sporgenti all' estremo di ciascuno, nel modo già usato. Egli introduceva però sotto il pezzo di mezzo una forte molla, o un sistema di molle, esattamente simili a quelle che sostengono le vetture delle strade ferrate, colla parte convessa verso sopra, contro la faccia inferiore della trave, e colle spranghe di concatenamento attaccate a ciascun estremo di questa molla, e fortemente unite, con perni, a piastre fuse al termine de' pezzi estremi formanti la trave. Se le travi sono di larghezza considerabile, molte molle sono da usarsi, disposte l' una accanto all' altra, ovvero molle più piccole a coppie, volgenti le loro facce concave all' interno, una sotto ciascuna giuntura delle travi ed una nel centro, solidamente connesse con verghe di ferro battuto.

Una novella combinazione di ferro battuto e ferro fuso facea parte di una patente accordata nel 1847 al sig. Fielder, in unione co' sig. Baker. Le lamine di ferro malleabile, proposte dagli inventori per rinforzare le travi di ferro fuso, poteano fissarsi con perni in varie posizioni; cioè su' lati della parte rettangolare della trave, sulla piastra inferiore ec. Il valore di taluna di queste aggiunzioni per aumentare la forza delle travi fu dimostrato da esperimenti decisivi. Così una striscia di ferro battuto di 8 pollici per $^5/_8$ di pollice, ribadita alla piastra inferiore di una trave di ferro fuso, che era stata rotta nel mezzo, rese questa capace di resistere al peso di tonnellate $29^1/_4$, senza danno alla sua elasticità, la parte fra gli appoggi essendo di 20 piedi, e l' altezza della trave spezzata 20 pollici. Con un altro pezzo di ferro battuto, di 3 piedi di lunghezza e di pollici 8 per $^7/_8$ di pollice, messo solo nel centro, la trave resisteva alla pressione di tonnellate $52^1/_2$. Un altro esperimento fu fatto sopra una trave di ferro battuto che, secondo la regola ordinaria, sarebbe stata rotta da un peso di tonnellate $20^1/_2$. Essa fu sottoposta al peso di 15 tonnellate, senza perdita di elasticità; vi furono quindi aggiunte tonnellate $3^1/_4$, che produssero un abbassamento di $^7/_{16}$ di pollice, ed una flessione permanente di $^1/_{16}$ di pollice, allorchè il peso fu rimosso. È quindi da supporsi che il metallo venisse in qualche modo alterato. Vi fu poscia applicata al disotto una piastra di ferro battuto di 6 pollici per $^3/_4$ di pollice, e questa trave composta fu quindi sottoposta al peso di 30 tonnellate senza alcuna alterazione nella sua elasticità.

Un altro sistema per accrescere la forza delle travi di ferro è quello di usare lamine di ferro corrugato nella loro costruzione (f). Questo forma il soggetto di una patente accordata a' 2 di dicembre 1848 al sig. J. H. Porter per un « metodo perfezionato di applicare il ferro » corrugato alla formazione di solai e tetti a prova d'in- » cendio, ed altri simili strutture ». Il valore di questa invenzione fu dimostrato da esperimenti fatti sopra travi formate secondo questo sistema. Uno degli esperimenti è quello che passiamo a descrivere. Due travi costrutte nel modo indicato, ciascuna della grossezza di 18 pollici e lunga 22 piedi, furono situate alla distanza di 9 piedi l' una dall'altra ed appoggiate in modo che la lunghezza libera fra gli appoggi era di 20 piedi e 6 pollici. Ciascuna di queste travi era formata con ossatura superiore ed inferiore di ferro T di pollici 4×4, la base essendo grossa di $^1/_2$ pollice ed il corpo della trave essendo composto di lamine di ferro corrugato n.° 16, con scanalature di pollici $1^1/_2 \times ^1/_2$ pollice di grossezza. Il peso di ciascuna trave era di quintali $8^1/_2$. A traverso delle due travi furono messi due grandi pezzi di quercia, del peso di 1 tonnellata e 3 quintali, per sostenere il carico superiore. Uno di questi pezzi era largo 24 pollici, e l'altro 19, ed essi erano posti alla distanza di 4 piedi e 3 pollici da centro a centro; le linee centrali di questi pezzi essendo equidistanti, da' due lati, dal mezzo della lunghezza delle travi di ferro. L' intero peso fu così limitato sopra una lunghezza di 6 piedi e $^1/_2$ pollice nel mezzo di ciascuna trave, cioè sopra meno del terzo della lunghezza fra gli appoggi. Su questi due pezzi di legno fu posto un peso di 6 tonnellate e 17 quintali di pezzi di ferro fuso, e vi rimase per 3 giorni senza produrre alcuna flessione. Un altro peso di 7 tonnellate, 3 quintali e 16 libbre (in 121 fasci di ferro in lamine) produsse un abbassamento di $^9/_{16}$ di pollice. Questo carico, rimanendo per 21 ora, aumentò la flessione di $^1/_{16}$ di pollice. Un altro peso di 51 fasci di ferro in lamine, di 3 tonnellate 9 quintali, 1 quarto e 2 libbre, fu aggiunto, ed accrebbe appena l' abbassamento ad 1 pollice. Con altri 32 fasci di lamine del peso di 1 tonnellata, 18 quintali e 12 libbre, l' abbassamento divenne di pollici $1^3/_8$ in una trave ed $1^3/_6$ nell' altra, la differenza essendo attribuita ad un cedimento degli appoggi, che faceva cadere un eccesso di

(f) Le lamine di ferro corrugato altro non sono che lamiere ordinarie scanalate per mezzo di cilindri, in modo che presentano una superficie alternata di cordoni rilevati e di solchi. La scanalatura accresce considerabilmente la resistenza delle lamine, in modo che un lamierino il quale, messo orizzontalmente, curvavasi pel proprio peso, dopo scanalato sosteneva senza piegarsi un carico di 700 libbre. Le lamine corrugate o scanalate si adoperano specialmente nelle coperture de' tetti.

peso sull' una delle travi. Un carico aggiunto di 2 tonnellate, 8 quintali e 3 quarti portò la flessione a pollici $1^5/_8$ ed $1^3/_4$. Dopo che fu rimasto poco tempo, si mostrò una separazione parziale nella piastra inferiore del ferro T della trave la quale fino allora avea mostrato minor flessione, e ciò a cagione di un difetto di saldatura nelle spranghe. Ciò produsse un altro abbassamento di $^1/_{16}$ di pollice. Un' altra aggiunzione di 2 tonnellate, 6 quintali, 2 quarti e 22 libbre portò la flessione a 2 pollici e ad $1^7/_8$; ed infine altri 7 quintali fecero rapidamente piegare la trave già indebolita, cedendo nel tempo stesso il ferro corrugato allo sforzo longitudinale sulle ribaditure. L'altra trave si trovò aver anch' essa ceduto in molti punti nelle ribaditure, principalmente nella sua parte inferiore. Si considera quindi essere il peso producente la rottura di 25 tonnellate, oltre il peso proprio delle travi. L' inventore calcola essere la resistenza delle sue travi circa il doppio di quella delle travi di ferro fuso di egual peso, e potersi esse ottenere per 21 lire sterline a tonnellata.

Il sig. W. C. Harrison sembra essere stato il primo a suggerire quell' applicazione di ferro malleabile che ha preso il nome di *ponte ad arco tubulare di ferro battuto.* L' armatura di questo ponte consiste in un tubo arcato, con un altro tubo orizzontale, o corda, che sostiene il palco, ed è sospeso dall'arco superiore per mezzo di spranghe di sospensione e staffe. In un progetto fatto dal sig. Harrison, di un ponte di questo genere, per far passare una strada ferrata sul fiume Ouse, la corda era di 170 piedi e la freccia dell' arco al di sopra del tubo orizzontale era di circa 15 piedi. L' arco dovea costruirsi di lamine di ferro battuto di $^1/_2$ pollice di grossezza, e la sua sezione uniforme dovea essere di 4 piedi di altezza e 3 di larghezza; la corda dovea esser alta due piedi e 6 pollici e larga 3 piedi. Per una doppia linea di strada ferrata si usavano tre di questi archi, disposti parallelamente, ed a tale distanza l' uno dall' altro da poter far passare una linea di rotaie in ciascuno de' due spazî lasciati fra loro. Agli estremi dell' arco e della corda doveansi ribadire solidamente delle lamine di ferro battuto sulle loro unioni, e tutto il lavoro de' tubi nell' uno e nell' altra dovea eseguirsi con opportune ribaditure. Le fig. 15, 16 e 17, tav. XI, sono i disegni di questo progetto; la fig. 15 mostra l'alzato della metà del ponte; la fig. 16, una sezione trasversale del tubo arcato al disopra e della corda al disotto; e la fig. 17 una sezione parziale attraverso di due delle travi trasversali che sostengono i pezzi longitudinali e le rotaie.

Molti ponti di forma simile a quello testè indicato sono stati posteriormente costrutti. Il capitano Simmonds così descrive due di essi eretti nella strada ferrata di Blackwall, nel tratto fra Stepney e Bow: « Questi due ponti » sono di una forma particolare, e sono i primi dal » loro genere costrutti per uso di strade ferrate. L' impalcatura è sostenuta da travi di ferro battuto, disposte » trasversalmente fra due arconi, formati anch'essi interamente di ferro battuto. La luce libera di uno è di 120 » piedi e quella dell' altro di 116 piedi e 8 pollici. Ciascun arco di quest' ultimo, che serve a far passare la » strada ferrata sul canale del Reggente, è formato di » una cassa costrutta con lamine di ferro, simili a quelle » adoperate per le caldaie delle macchine a vapore, » di $^1/_{16}$ di pollice di spessezza, e con ferro angolare, » solidamente ribaditi insieme; la sua larghezza è di 2 » piedi e 10 pollici, l' altezza circa 2 piedi e l' area della » sezione 81 pollici quadrati, e l' arco stesso è connesso » alla base da un tirante di ferro battuto, che riceve » la sua spinta orizzontale, ed è formato a maglie » che hanno un' area totale di sezione di 69 pollici quadrati, e sono unite insieme con perni di pollici $2^3/_4$ di » diametro, aiutati da otto altri in ogni giuntura di $^3/_4$ » di pollice di diametro. Fra il tirante e l'arco si è introdotto un sistema di staffe verticali e diagonali, in » modo da distribuire egualmente il peso che passa su » tutto l' arco. Questi archi, così formati, sono poggiati » sopra lastre di ferro fuso, fissate ad un estremo e libere dall'altro, in modo da lasciare il campo alla espansione ed alla contrazione del metallo. L'intervallo netto » fra gli appoggi è di 116 piedi ed 8 pollici, e la freccia dell' arco di 8 piedi sino alla parte inferiore della » cassa della quale esso è formato, l'impalcatura essendo » al di sotto dell' arco, e circa 2 piedi al disopra della faccia inferiore del tirante. Questa costruzione è oltremodo » leggiera, ma sembra nondimeno solida abbastanza per » sostenere il peso cui può nella pratica esser sottoposta, » per quanto riguarda le aree dell' arco e del tirante; » ed ha resistito ad un carico morto di 240 tonnellate » (oltre il peso proprio di 59 tonnellate) distribuito in » pesi di tonnellate $34^1/_2$, situati a distanze uguali, » con un abbassamento di pollici $3\ ^7/_{16}$, riacquistando » intieramente la sua posizione primitiva allorchè il carico fu rimosso. Siccome questo esperimento sorpassa » qualunque peso di cui nella pratica possa esser caricato » il ponte, io son d' avviso che questo possa essere con » sicurezza usato pel passaggio de' convogli; ma essendo » esso di una costruzione così nuova e leggiera, e l' azione delle staffe diagonali e la connessione de' tiranti » non essendo stata provata con pesi in movimento, io » raccomanderei di esaminarlo di tempo in tempo, così » che qualche difetto, se mai ve ne sono, potesse essere » riconosciuto; specialmente per essere il peso di tutto il » ponte di sole 194 tonnellate, e quindi facilmente messo » in vibrazione da qualunque forza in movimento. »

Sopra una scala limitata, le travi tubulari di ferro battuto sono state applicate a costruir dei ponti nove anni or sono, sebbene in modo molto diverso dalla costruzione perfezionata, col sistema inventato dal si-

dal sig. Fairbairn. L'esempio al quale qui accenniamo, è quello di un ponte che fa passare la via di Carmunnock sulla strada ferrata di Polloc e Govan, presso Glascow. Questo ponte, che attraversa obbliquamente la strada ferrata, fu eretto dal sig. A. Thompson, ed ha la lunghezza di 31 piedi e 6 pollici sul fronte, o di 30 piedi nella direzione perpendicolare alla strada ferrata. La sua larghezza fra le facce esterne de' parapetti è di 25 piedi e 6 pollici, ed il palco è sostenuto da sei travi, ciascuna di 35 piedi e 3 pollici di lunghezza, poggianti sopra spalle di pietra, e poste alla distanza di 5 piedi 1 pollice ed $^1/_4$ fra loro, da centro a centro. Ciascuna trave riposa sopra una piastra di ferro battuto a ciascuna estremità, ed è costrutta della migliore lamiera da caldaie di $^3/_8$ di pollice di grossezza, nel modo indicato nelle fig. 18 e 19, tav. XI, delle quali la fig. 18 è una sezione attraverso le due travi, e la fig. 19, una pianta parziale delle medesime. Le travi hanno 18 pollici di altezza, pollici $3^1/_4$ di larghezza netta alla cima, e 6 pollici alla base. Le lamine superiore, ed inferiore sono 6 pollici più larghe della trave, lo sporto di 3 pollici da ciascun lato essendo destinato a ricevere i ferri ad angolo di pollici $3 \times 3 \times {}^3/_8$, che sono ribaditi alle lamine laterali ed alla superiore ed inferiore rispettivamente, con chiodi di $^1/_2$ pollice messi alla distanza di pollici $1^1/_2$ da centro a centro. Queste travi sono riempiute di fabbrica di smalto (*concrete*) ad oggetto di aumentarne la resistenza contro una pressione esterna, e sono unite fra loro per mezzo di spranghe trasversali di ferro di Low Moor, di pollici 3 per $^5/_8$ di pollice, attaccate con perni a ferri a T ribaditi alle lamine laterali delle travi. Gli spazî fra le travi sono riempiuti da due filari di 9 pollici di altezza di fabbrica di mattoni ad arco, con una freccia di pollici $1^1/_2$, L'estradosso di questi archi è spalmato di catrame caldo, ed uno letto di argilla ben battuta è disteso sopra il catrame. Su questa argilla è stato messo un selciato di pietra per formare la carreggiata, coperto da uno strato di due pollici di spessezza di ceneri di carbon fossile bruciato nelle macchine. Il marciapiede da ciascun lato del ponte è di 4 piedi di larghezza, con un canaletto di scolo fra esso e la carreggiata. Questo ponte fu costrutto pel sig. W. Dixon, Esquire, delle manifatture di ferro di Govan a Glascow. La comunicazione fra i fornelli di queste medesime manifatture è anch'essa formata per mezzo di piattaforme sostenute da travi tubulari di 33 piedi di lunghezza. La forma delle sezione trasversale di queste travi è rettangolare, invece di essere a lati inclinati come quella delle travi del ponte descritto, e le loro dimensioni sono le seguenti: altezza netta, 19 pollici; larghezza netta, 7 pollici; lamine, $^3/_8$ di pollice di grossezza. Le lamine laterali e la inferiore sono connesse per mezzo di ferri angolari interni, con chiodi di $^1/_2$ pollice, situati alla distanza di pollici $2^1/_2$ da centro a centro. Le lamine laterali si elevano per pollici $2^1/_2$ al di sopra della superiore, e sono connesse con questa mediante ferri angolari esterni, situati sulla lamina superiore e fra le due lamine laterali, e ribadite come lo è la lamina inferiore co' lati.

È quasi inutile l'additare qui le molte differenze fra le travi tubulari usate nel mentovato ponte e quelle della patente del sig. Fairbairn; ma le prime sono probabilmente la più antica applicazione delle travi tubulari di ferro, di qualunque forma, ne' ponti, e sono quindi d'interesse storico.

SEZIONE V.

Strada ferrata di Chester e Holyhead. — Cenno generale della linea. — Strada di Holyhead di Telford. — Ponti sospesi di Menai e Conway. — Traforo, muro di sponda e ponti della strada ferrata a Penmaen Mawr. — Procedimenti parlamentari, e rapporti degli ingegneri sulla comunicazione fra Londra e Dublino. — Ponti di ferro proposti dal sig. Rennie nel 1802. — Progetto del sig. Roberto Stephenson per ponti ad archi di ferro fuso, e scelta del sito sullo scoglio Britannia. — Opposizione del Ammiragliato, e progetto del tubo fatto in conseguenza dal sig. Stephenson.

La strada ferrata da Chester a Holyhead, formante una parte importante della più breve linea di comunicazione tra Londra e Dublino, è molto interessante per la sua disposizione generale, e lo è particolarmente perchè comprende le due belle costruzioni conosciute sotto il nome di ponti di Britannia e Conway. La lunghezza di questa strada è di miglia $84^1/_2$: e le sue varie stazioni, a partire da Chester, e le loro distanze rispettive da quell' antica città sono le seguenti:

Queen' s ferry.	Contea di Flint . miglia	7
Flint.	id. . . .	$12\ ^1/_2$
Bagilt	id. . . .	$14\ ^1/_2$
Holywell. . . .	id. . . .	$16\ ^3/_4$
Mostyn. . . .	id. . . .	20
Prestatyn . . .	id. . . .	$26\ ^1/_4$
Ryhl	id. . . .	30
Abergele. . .	Contea di Denbingh . .	$34\ ^1/_4$
Colwyn . . .	id. . .	$40\ ^1/_4$
Conway . .	Contea di Caernarvon . .	$45\ ^1/_4$
Aber.	id. . . .	$54\ ^1/_4$
Bangor. . . .	id. . . .	$59\ ^1/_2$
Llanfair . .	. Isola di Anglesea . . .	$63\ ^1/_2$
Gaerwen . . .	id. . . .	$66\ ^1/_2$
Bodorgan . .	id. . . .	$72\ ^1/_2$
Ty Croes. . .	id. . . .	$75\ ^1/_3$
Valley	id. . . .	81
Holyhead . .	Isola di Holyhead . .	$84\ ^1/_2$

Il viaggio fra Chester e Holyhead si fa ora co' convogli di posta in 3 ore e 5 minuti, di cui 35 minuti sono impiegati fra Bangor e Llanfair, distanza di 4 miglia, da vetture di strade ordinarie. Circa 25 minuti di questo tempo saranno risparmiati quando il ponte Britannia, situato fra queste due stazioni, sarà compiuto; e tutto il viaggio sarà così ridotto a circa 2 ore e 40 minuti. La legge riguardante questa strada fu approvata a' 4 luglio 1844 ed i lavori ne furono sempre continuati con considerabile energia da quell' epoca. La direzione generale della linea è quasi dall'est all' ovest, ma il suo corso è in molte parti estremamente tortuoso, ciò che è reso necessario dal carattere montuoso della contrada attraversata. Per questa ragione quasi tutta la linea è costrutta sulle falde de'monti o presso di queste, le prime 25 miglia da Chester seguendo una direzione quasi nord ovest. A questa distanza il corso si rivolge verso il sud, nella direzione ovest sud ovest e procede così verso Bangor, dalla quale stazione la direzione è presso a poco ovest, e diviene ovest nord ovest e nord ovest nell' approssimarsi al termine a Holyhead; essendo in talune parti del suo corso quasi parallela alla celebre strada di Holyhead, che fu tanto perfezionata da Telford. Sarebbe fuori del nostro proposito il tentare una descrizione particolarizzata delle molte importanti opere eseguite da quel rinomato ingegnere su questa linea di strada; però siccome esse comprendono i due ponti sospesi sul fiume Conway e sullo stretto di Menai che ora possono vantarsi della onorevole vicinanza delle due costruzioni tubulari che dobbiamo descrivere, una breve notizia di quelli servirà come opportuna introduzione a' particolari di queste moderne opere di strade ferrate.

I Commessarî sotto la cui giurisdizione le opere pel miglioramento della strada di Holyhead vennero condotte, furono nominati nel 1815, ed in una relazione fatta dal loro ingegnere Telford, ad una Commessione Scelta nominata nel 1830 « per esaminare il conto di tutte le somme » ricevute, spese e restituite » da' Commessarî, queste opere sono classificate sotto otto capi, cioè: 1°. Strade fatte nel nord del paese di Galles, sulla linea postale di Londra e Holyhead. 2°. Strade fatte nel nord del paese di Galles sulla linea postale di Chester e Holyhead. 3°. Argini costrutti sulle Stanley Sands ed a Conway. 4°. Ponti sullo stretto di Menai e sul fiume Conway. 5°. strade fatte fra Londra e il nord del paese di Galles sulla linea postale di Londra e Holyhead. 6°. I porti di Holyhead e Howth. 7°. La strada da Howth a Dublino. 8°. L' allargamento e profondamento del canale fra gli scogli di Swilly e lo stretto di Menai. Sotto il primo di questi capi, Telford descrive la riduzione di pezzi dell' antica strada e la formazione di nuovi equivalente alla costruzione di una nuova strada fra il molo di Holyhead ed il ponte di Chirk, punto sul fiume Dee (che ivi divide la Contea di Shrop da quella di Montgomery) e circa sei miglia al nord ovest di Ellesmere. La lunghezza di questa strada è di 83 miglia e 1320 yardi. « Tutta questa strada è stata costrutta con un solido selciato di scheggioni, accuratamente messo a mano, e » coperto da uno strato di 6 pollici di pietre regolarmente spezzate. Vi sono, in tutti i casi dove era necessario, de'muri di sostegno e di rivestimento di pietra, con numerosi canali laterali e trasversali, tutti costrutti nel modo più perfetto. Il tutto è protetto da muri » di pietra; quelli sopra precipizî costrutti con cemento di » calce, la maggior parte degli altri con le commessure rivestite del cemento medesimo. I muri di sostegno in talune parti di questa strada sono profondi 9 piedi al disotto della superficie stradale ed alti 4 al disopra, formando in tutto un'altezza di 13 piedi; essi sono grossi » 3 piedi e 6 pollici alla base, e 15 pollici alla cima, » avendo una scarpa nella faccia esterna di pollici 22½, » e nella faccia interna di pollici 4½. I muri di rivestimento dall' altro lato della strada sono alti 9 piedi, » grossi due piedi alla base e 14 pollici alla cima, con » una scarpa di 18 pollici dal lato della strada. La larghezza netta della strada fra i due muri è di 22 piedi ». Riepilogando il rapporto di Telford: « Vi sono molti » ponti considerabili, molti tagli ed argini in quella contrada montuosa; uno di questi particolarmente, presso » il villaggio di Chirk, è alto 50 piedi. Si sono fatte » quattro miglia di strade traverse. »

Sotto il secondo capo, Telford descrive le strade costrutte e perfezionate a Tally Pont Hill, Penmaen Mawr, Penmaen Back, e Rhyalt Hill, di una lunghezza totale di 9 miglia e 1177 yardi; e gli argini nel nord del paese di Galles, formanti la terza divisione de'lavori, sono così particolarizzati: « Presso Holyhead vi è un piccolo braccio di mare, conosciuto sotto il nome di Stanley Sands: » su questo braccio è stato fatto un argine di 1144 yardi » di lunghezza; l' altezza di questo al disopra della superficie stabile delle sabbie, nel mezzo, è di 29 piedi; » la larghezza alla cima, inclusi i parapetti ed il rivestimento esterno è di 34 piedi; le scarpe da ciascun » lato sono rivestite di scheggioni di pietra di due piedi » di spessezza; da ciascun lato della strada vi è un parapetto, di 4 piedi di altezza, coperto di pietra di taglio. La carreggiata ha 24 piedi di larghezza con massicciato e coperta di pietre spezzate. Onde permettere » alla marea di passare nello spazio che è dal lato occidentale dell' argine, vi è un ponte costrutto sul solo » pezzo di scoglio naturale trovato in quella parte del » braccio di mare. Quest' opera fu eseguita in due anni: » in essa furono adoperati 156 271 yardi cubici di terra e » 25 754 yardi cubici di scheggioni di pietra. Essa è » stata compiuta da 7 (ora 26) anni ed è in perfetto » stato. »

» L' accesso orientale al ponte di Conway è formato da

» un argine sopra le sabbie , sulle quali scorreva d' ordinario la marea , rendendo il passaggio molto difficile e pericoloso. La distanza dalla spiaggia orientale all' isola è di 672 yardi: l' altezza dell' argine è di 54 piedi, essendo stata la sabbia spazzata dalla violenza delle maree durante l' esecuzione de' lavori; la sua larghezza alla base è di 300 piedi, e 30 piedi sulla carreggiata; le scarpe laterali sono rivestite di scheggioni. Nella sua esecuzione furono adoperati 261 381 yardi cubici di terra, e 51 066 yardi cubici di scheggioni. Il tutto è stato finito 3 (ora 22) anni or sono ed è in perfetto stato. »

La seguente descrizione, fatta da Telford, della più grande delle sue opere, ed inserita nel quarto capo, è egualmente troppo interessante per ammettere compendio e troppo breve per richiederlo.

» Oltre di molti ponti in pietra, tre di novella costruzione furono necessarî; uno de'quali sullo stretto di Menai , che separa l' isola di Anglesea dalla Contea di Caernarvon, onde evitare un passo di chiatta poco conveniente. Fu trovato, dopo molti anni di investigazione e discussione, che in una corrente di marea rapida e navigabile un ponte sospeso era il più facile ad eseguirsi ed il più economico: un ponte di questo sistema fu quindi incominciato nel 1819 e successivamente compiuto ed aperto al pubblico a' 30 di gennaio 1826. Questa costruzione essendo di una novità e grandezza senza esempio, molti timori furono concepiti per rapporto alla sua stabilità : e però l' ingegnere , pel consiglio del suo amico il Presidente della Società Reale (uno de' Commessarî) , aumentò considerabilmente l' altezza delle pile , e le dimensioni delle fabbriche e de'lavori di ferro , al di là del progetto originale ; e ciò dette luogo ad un forte aumento di spesa inevitabile ; ma siccome tutti i lavori furono pagati a' prezzi dapprima fissati nel fare il primitivo progetto, e siccome le quantità sono state esattamente verificate con misurazioni e pesi dell' ingegnere residente , il pubblico ha pagato solo ciò che ora trovasi nell' opera, e la costruzione si è resa in tal modo più solida. L' intraprenditore de'lavori di ferro avendo presentato un reclamo a' Commessarî, per una perdita che sosteneva aver sofferta, per aumento insolito nel prezzo del ferro, i Commessarî si credettero autorizzati , dopo indagini , a far noto alla Tesoreria che la differenza tra il prezzo da lui pagato per 2 000 tonnellate di ferro , adoperato per questo ponte e per quello di Conway, ed il prezzo secondo il quale il contratto era fatto, eccedeva 5 500 lire sterline ; ma questo reclamo non fu ammesso. La distanza fra i punti di sospensione , per l' apertura del mezzo , è di 580 piedi, e quella fra le piramidi e le case del pedaggio è circa la metà: a cui bisogna aggiugnere la parte di catena che passa sotto le gallerie sino a punti di ritegno nello scoglio, per ottenere l' intera lunghezza della catena principale di 1750 piedi , o un terzo di miglio. L' altezza dalle acque basse alla cima delle selle sopra le piramidi è di 181 piedi, e fra queste selle ed il palco del ponte di 60 piedi. La larghezza della impalcatura è di 30 piedi , e si compone di due vie per vetture ed un passaggio per pedoni fra esse. Vi sono quattro archi di pietra dal lato di Anglesea e tre dal lato della Contea di Caernarvon , ciascuno di 52 piedi e 6 pollici di corda. »

» Presso la città di Conway , fra l' isola menzionata e gli scogli di rimpetto al vecchio castello , vi è uno spazio attraverso del quale la marea scorre con velocità molto considerabile : su questo spazio si è costrutto un ponte sullo stesso principio di quello di Menai; esso è lungo 327 piedi fra i punti di sospensione. In questo non vi è che una sola carreggiata. La catena principale è fissata negli scogli a ciascun estremo ; l' accesso occidentale si ha per una porta formata nell' antico muro della città , e per un terrazzo intorno alla base di una delle torri. La fabbrica delle piramidi di sostegno , ed anche la casa del pedaggio è fatta di un carattere corrispondente a quello del vecchio castello. »

Telford descrive ancora il terzo ponte che è ad un arco di ferro , di 105 di piedi di corda , costrutto nel punto dove la strada di Shrewsbury interseca il fiume Conway al disopra di Llanrwst. Sotto il quinto capo , i lavori comprendono strade nuove o ricostrutte per una estensione di 31 miglia e 1429 yardi; ed il rapporto mostra infine i perfezionamenti eseguiti ne' porti di Holyhead e Howth dall'anno 1823 (quando furono posti sotto l' amministrazione dei Commessarî) , ed i miglioramenti della navigazione dello stretto di Menai, ottenuti col togliere una parte degli scogli di Swilly. La somma totale spesa per queste diverse opere durante i quindici anni terminati all'epoca del rapporto (1830) era di 697 637 lire sterline , 10 scellini e 6 soldi , oltre 28 460 lire , 14 scellini 1 soldo di spese di amministrazione ; 4 583 lire, 4 scellini e 7 soldi di spese parlamentari, per far passare gli Atti , e di dritti dello Scacchiere , e 2 821 lire , 8 scellini e 5 soldi per note di assistenti per gli Atti medesimi ed altre spese generali.

Si è veduto , al principio di questa sezione, che la strada ferrata che ora tende al suo compimento fra Chester e Holyhead , è di molto interesse per la sua disposizione generale , anche messo da banda il carattere sorprendente e nuovo de' due ponti eretti, come quelli progettati da Telford e testè descritti, onde compiere una importante comunicazione sopra il fiume Conway e lo stretto di Menai. Lasciando Chester, una delle più antiche e celebri nella storia fra le città dell' Inghilterra , la strada ferrata cavalca il fiume Dee , sul ponte a travate di ferro fuso che si è già descritto. Per poche miglia il viaggiatore passa per un distretto dedito all' agricoltura , le montagne del

aese di Galles formando il fondo della veduta sulla sinistra; ma prima di giugnere a Flint, si comincia a scorrere sulla destra il largo corso del Dee, che continua ad sser visibile, con piccole interruzioni, fino a che le sue ontane sponde non isfuggono all' occhio, ed il fiume va d immettersi nell' aperto Canale. Da Colwyn la linea segue n corso quasi diretto sino a Conway, mentre la campagna i estende nel Canale e va a finire alla punta conosciuta col nome di Great Ormes's Head, che facilmente si riconosce da lontano per la sua apparenza di un banco orizontale o di un basso promontorio.

Talune delle opere occorse nella costruzione della strada errata ne' punti intermedi detti di Penman o Penmaen Mawr sono di un' ardita e costosa esecuzione. Il fianco scosceso di questa montagna discende sino al margine della sponda e forma una costa di aspro e ripido contorno; e Telford, nel costruire la sua strada, dovette tagliare lo scoglio per una lunghezza di 1 miglio e 231 yardi, e 30 piedi di altezza in taluni punti. Questa strada è protetta da alti muri di sostegno e di rivestimento, ed ha parapetti di pietra costrutti con cemento di calce. La carreggiata è formata da un massicciato e da una coperta di pietre spezzate; « così che questo che già era uno spa» ventevole precipizio è ora una sicura e comoda strada.» (Rapporto di Telford, 1830). La strada ferrata di Chester e Holyhead passa ora al piede della montagna, e circa 250 piedi al disotto della via così tagliata ne' suoi fianchi da Telford.

Le opere di questa parte della strada ferrata consistono in un muro di sponda in fabbrica verso il mare, lungo 1 miglio ed $^{1}/_{4}$ ed alto in taluni punti 60 piedi; ed in un ponte (*viaduct*) composto di pile verticali di fabbrica, alte 41 piedi dalle fondazioni, grosse 7 piedi, e con la loro cima superiore per 15 piedi alle acque più alte, e che sostengono delle travi longitudinali di 42 piedi di lunghezza fra gli appoggi, sulle quali riposano le rotaie. Questo ponte fu sostituito ad una eguale lunghezza di muro di sponda distrutto da una burrasca in ottobre 1846. I cassoni per le fondazioni delle pile furono cominciati in maggio 1847, la fabbrica al primo del seguente giugno, e la linea fu aperta al transito al primo di maggio 1848. La strada ferrata attraversa per mezzo di un traforo (*tunnel*) di 235 yardi di lunghezza, una punta di duro scoglio basaltico, ed all' estremo orientale di quello essa è per metà tagliata nel fianco del monte e per l'altra metà poggia sopra un riempimento di terra, sostenuto da un muro di sponda; essa è protetta da un tetto da valanga (*avalanche roof*), di pezzi interi di legno che ne coprono tutta la larghezza, onde guarentirla da' massi sciolti che potrebbero cadervi.

Il passaggio della strada ferrata sul fiume Conway rese necessario il primo de' ponti tubulari; e circa 18 miglia più oltre, lo stretto di Menai che separa l'isola di Anglesea dalle coste della Contea di Caernarvon ha dato origine ad una più ardita costruzione, la cui pila centrale è abilmente poggiata sopra uno scoglio detto Britannia, e che perciò prende il nome di Ponte Britannia.

L' importanza nazionale di assicurare la più diretta e rapida comunicazione fra Londra e Dublino, e di scegliere per giugnere a questo scopo, un porto sulla costa di Galles, che riducesse il viaggio di mare al minimo di tempo e d' incertezza, richiamò l' attenzione del Parlamento nel 1836, ed una Commessione scelta da questo, nell' ottobre del medesimo anno, raccomandò al Governo di proccurare « una ispezione de' porti sulla linea di costa che meglio può convenire ad una comunicazione diretta tra » Londra e Dublino, onde esaminare se i porti esistenti » di Holyhead e di Liverpool, o qualche altro porto su » quella parte della costa della Gran Brettagna, potes» se, secondo il giudizio di esperti ispettori marittimi, » presentare le maggiori facilità per comunicare col mezzo » di battelli a vapore a traverso il Canale ». Questa raccomandazione essendo stata debitamente adottata da' Lordi della Tesoreria, fu da essi trasmessa alle autorità dell' Ammiragliato, il cui idrografo (l' Ammiraglio F. Beaufort) fece al 4 novembre 1836 un rapporto in cui si trovano le due sentenze seguenti: « Sino a che le poste di Du» blino saranno trasportate da vetture sulle strade ordi» narie, il miglior punto d' imbarco sarà per ogni ri» guardo Holyhead, il quale dista per sole 62 miglia le» gali dal porto di Kingston, e che solo richiede un » piccolo prolungamento del molo per ammettere ad » acque basse i legni a vapore delle più grandi dimen» sioni. Ma se una strada ferrata si costruisse per que» sto oggetto, questa dovrebbe probabilmente metter capo » ad un altro porto, giacchè non è verosimile che un » convoglio carico, mosso dal vapore, possa attraversare » il presente ponte a catene a Bangor; ed un nuovo ponte » in quel sito sopra archi farebbe crescer di molto il costo » dell' intrapresa; oltre alla obbiezione, che susciterebbe » una tale opera, d'ingombrare la navigazione dello stretto.»

Un ardito concepimento, aiutato da' perfezionamenti nelle costruzioni metalliche, fa ora sorgere un novello ponte, pel quale possono con sicurezza passare i convogli carichi di ogni possibile peso, e che non presenta archi nè altro ingombramento alla « navigazione dello stretto ». Il detto dell' idrografo dell' Ammiragliato sembra essere stato accettato, senza altro esame, come una conchiusione in favore di Holyhead, supponendo superata la difficoltà del ponte, o in favore del porto di Dynllaen, sulla costa sud ovest della contea di Caernarvon onde evitare questa difficoltà. La comunicazione fra quest' ultimo luogo e Londra avrebbe però richiesto una linea più lunga di quella di Halyhead, ed era di più connessa con un progetto di dubbia esecuzione, quello cioè di condurre una strada ferrata a traverso i monti Merioneth.

Posteriormente (in giugno 1843) i capitani Back e Fair, in esecuzione degli ordini dell' Ammiragliato, fecero un rapporto intorno alla capacità di due porti di Holyhead e Dynllaen, ed espressero la loro opinione « che tanto per » capacità che per posizione, Holyhead è senza alcun » dubbio il porto da preferirsi su tutta la costa, per la » comunicazione con Dublino ». Nell' anno stesso e nel seguente, sir John Rennie, il sig. James Walker ed il sig. Page fecero molti rapporti intorno a' perfezionamenti di arte da potersi fare a questi porti, come porti di rifugio e come capaci di esser messi in rapida comunicazione con la metropoli dell' Inghilterra per mezzo di una strada ferrata.

Questi rapporti, come è naturale, contenevano delle vedute artistiche e delle opinioni sopra diversi particolari di natura alquanto contestata, ma i risultamenti pratici delle investigazioni fatte allora e prima sono stati, come ora è ben noto, la scelta di Holyhead come stazione de' battelli a vapore, e della linea del sig. Stephenson per la strada ferrata fra quel porto e Chester; mentre i perfezionamenti del porto sono stati affidati al sig. Rendel. Ciascuno de' tre ingegneri sopra nominati come autori de' rapporti si credette nell' obbligo di presentare delle osservazioni intorno al miglior modo di attraversare lo stretto di Menai. Talune poche fra queste possono qui opportunamente citarsi. Il sig. J. Walker, dopo aver espressa la sua decisa opinione intorno alla strada ferrata ed al porto, che « la miglior linea era da » scegliersi, » ed inoltre che « la strada ferrata dovesse » farsi in buon modo come una grande opera pubblica » presentava delle obbiezioni contro il modo che si era proposto, di servirsi del ponte sospeso per uso della strada ferrata, facendo tirare i convogli da animali o da una macchina fissa pel piano inclinato del ponte medesimo (la cui inclinazione è di 1 sopra 25), e proponeva invece che la linea della strada ferrata « fosse continuata direttamente sino allo stretto, e questo fosse attraversato per » mezzo di un ponte arcato costrutto per questo oggetto,» il qual ponte « potrebbe cavalcare lo stretto agli scogli di » Swilly o di Gorred Goch ». Ambedue questi gruppi di scogli sono situati fra il ponte sospeso e il ponte Britannia.

Il sig. Page osservò, per rapporto all' effetto del passaggio di convogli di strada ferrata sul ponte sospeso di Menai, che « l'area della sezione delle catene principali » essendo di 260 pollici quadrati, ed il peso del ponte » (incluse 130 tonnellate di peso addizionale dovuto alle » riparazioni del 1839 e 1840) essendo di 774 tonnellate, la tensione delle catene medesime secondo il principio usato da sir F. Smith e dal professore Barlow, » ascende a qualche cosa di più di 5 tonnellate a pollice » quadrato, *supponendo essere il peso egualmente sostenuto da tutte le catene, e senza nulla aggiugnere pel* » *momento dovuto alla ondulazione,* gli effetti della quale » sul ponte, col vento, in gennaio 1839, sono ben noti » Questo peso è di quasi 1 tonnellata e 16 quintali a pollice quadrato di più di ciò che fu calcolato nella relazione fatta da' sig. Telford e Rennie, innanzi ad una » Commessione Scelta della Camera de'Comuni (a'29 aprile » 1819); e siccome i loro calcoli furono fatti sopra il » ferro non alterato nella sua forza elastica, il che dopo » le severe prove cui questa struttura è stata esposta, » non può dirsi delle catene e delle spranghe del ponte » nello stato presente, ne segue che i limiti prefissi dall' ingegnere sono stati (forse per circostanze inevitabili) considerabilmente ecceduti. » — « Il peso de'convogli della strada ferrata sarebbe limitato all' uno od » all' altro lato, e quindi la tensione sarebbe riportata » sulla metà delle catene e delle spranghe di sospensione; » e se un convoglio passasse senza macchina, prendendo » dieci carri a 5 tonnellate ciascuno, la tensione aggiunta » sulle catene sarebbe di 85 tonnellate, ciò che, su 130 » pollici quadrati, essendo uguale a 13 quintali a pollice » quadrato, renderebbe la tensione totale di 5 tonnellate » e 13 quintali a pollice quadrato. » In conseguenza « il » passaggio di convogli uniti di strada ferrata sarebbe » dannoso alla stabilità generale del ponte. »

Il seguente estratto del rapporto fatto da sir John Rennie mostrerà che quasi mezzo secolo fa si credeva essere il ferro il materiale da preferirsi per costruire un ponte fisso sullo stretto di Menai.

» Onde condurre il transito della strada ferrata in modo » conveniente, un ponte fisso è assolutamente necessario e » da adottarsi. Il fu sig. Rennie (g) opinò sempre che un » ponte fisso e permanente fosse il solo mezzo opportuno » di comunicazione sullo stretto di Menai; e nel suo rapporto del 16 febbraio 1802, all' onorevole Carlo Abbot, egli entra nella questione con molti particolari e » grande abilità. Per le ragioni esposte nel rapporto, » egli dice esservi due sole posizioni adatte per la costruzione di un ponte sullo stretto; cioè gli scogli di » Ynys y Moch, e quelli di Swilly, 800 yardi al disopra » dei primi; ed in questo avviso concorreva anche il fu » sig. Telford (vedi il suo rapporto). Sul primo sito il » sig. Rennie proponeva di costruire un ponte fisso, avente » un arco di ferro fuso di 450 piedi di apertura, in modo » da attraversare l'intero stretto alle acque basse, ed elevato per 100 piedi sul livello delle acque alte; ed ai » due lati di quest' arco principale egli proponeva di costruirne degli altri più piccoli di pietra, per l' estensione di 156 yardi dalla parte della Contea di Caernarvon e di 284 yardi dalla parte dell' isola di Anglesea, formando una lunghezza totale di 640 yardi, oltre de' muri in ala: egli valutava il costo di questo » progetto a 259 140 lire sterline. E per l'altro progetto

(g) L' altro John Rennie morto nel 1821.

» di attraversare lo stretto agli scogli di Swilly, egli proponeva tre archi di ferro fuso, di 350 piedi di corda ciascuno, ed alti 150 piedi alla chiave dalle ordinarie maree della primavera, da esser congiunti dal lato di Caernarvon per mezzo di archi minori di pietra per l'estensione di 200 yardi, e dal lato di Anglesea da archi sulla spiaggia per l'estensione di 434 yardi, oltre della strada in riempimento, formando così una lunghezza totale di 1076 yardi. Il costo di questo progetto (che egli fortemente raccomandava di scegliere in preferenza dell' altro) era da lui valutato a 290 417 lire sterline. È molto dispiacevole che non siasi adottato nessuno de' due progetti, il che però non fu dovuto ad altra ragione che alla spesa, onde invece fu costrutto il presente ponte sospeso del sig. Telford, che si supponeva potesse esser compiuto per 70 000 lire; ma se si fosse potuto prevedere il costo definitivo di questo, è più che probabile che si sarebbe mandato ad effetto il ponte fisso di ferro fuso. Ad oggetto però di far passare la strada ferrata sullo stretto, dovrebbesi ora usare qualche sistema simile di ponte; e prendendo in considerazione la grandezza dell' opera e la difficoltà della posizione, io non credo che sarebbe prudente di calcolarne il costo per una somma minore di quella fissata dal sig. Rennie, cioè lire sterline 290 417. Il tempo per compiere una tale opera, considerando ancora la sua estensione, le sue difficoltà e le numerose emergenze cui sarebbe necessariamente esposta, non potrebbe fissarsi a meno di cinque a sette anni; infatti l'attuale ponte sospeso occupò più di sette anni, ed il fu sig. Telford pensava che il sito degli scogli de'Swilly presenterebbe maggiori difficoltà. »

Ne' suoi progetti per fare passare la strada ferrata di Chester e Holyhead sopra lo stretto, il sig. Roberto Stephenson ebbe così due punti fondamentali a determinare, cioè il sito e la costruzione del ponte da eseguirsi. Il sito che egli trascelse, dopo accurato esame, sebbene non sia uno di quelli che aveano ricevuto l' approvazione de'precedenti ingegneri, presenta un vantaggio particolare che il sig. Stephenson debitamente notò, e che lo determinò a servirsi di questa posizione pel suo ponte. Questo vantaggio consiste in un masso di scoglio, che occupa il mezzo della corrente, di dimensioni opportune per servire di fondamento ad una pila centrale, ed elevato considerabilmente sul livello delle acque basse. La distanza di questo scoglio, e del ponte che ora si costruisce sopra di esso, dal ponte sospeso di Telford, è di un miglio al disotto, cioè verso il sud (h). Per l' altra grande quistione, cioè la costruzione del ponte, il sig. Stephenson addusse la propria esperienza, che provava ben più che ogni ricerca teorica, per dimostrare che il sistema di sospensione è del tutto inapplicabile al transito delle strade ferrate. L' estratto seguente del suo rapporto, presentato a' Direttori della strada ferrata in febbraio 1846, mostra i risultamenti di questa esperienza.

» Le perniciose conseguenze che accompagnano il modo ordinario di adoperare le catene ne' ponti sospesi, furono messe a portata della mia osservazione in un modo molto sorprendente, sulla strada ferrata di Stockton e Darlington, dove io fui chiamato a costruire un novello ponte per far passare quella linea sul fiume Tees, in vece dell'ordinario ponte sospeso che erasi mostrato interamente disadatto. Immediatamente dopo l'apertura del ponte sospeso al transito della strada ferrata, le ondulazioni prodotte nella impalcatura per la inevitabile distribuzione ineguale del peso de' convogli, furono tali da minacciare l'istantanea caduta dell'intera struttura. Queste pericolose ondulazioni erano molto aggravate materialmente dalla catena stessa, per l' ovvia ragione, che la piattaforma o impalcatura formata coll'ordinario sistema di legature, per renderla comparativamente rigida, trovavasi sospesa alla catena, la quale era perfettamente flessibile, tutte le sue parti essendo in equilibrio. La costruzione era quindi composta di due parti, la stabilità di una delle quali era interamente incompatibile con quella dell'altra; a cagione di esempio, nell' istante che una distribuzione ineguale di pesi avea luogo sul palco, pel passaggio di un convoglio, la curva della catena si alterava, una porzione abbassandosi nel punto immediatamente superiore a'più grandi pesi, e facendo in conseguenza alzare in corrispondente grado talun'altra porzione, che necessariamente sollevava seco l' impalcatura ed accresceva l'ondulazione. Questo difetto operava tanto fortemente, che si dovè procedere a sostenere la piattaforma dalla parte inferiore con ordinarie armature o, in breve, con la erezione di un completo ponte di legno, che diminuiva in gran parte la tensione esercitata sulle catene. Se quelle catene si fossero tolte, la costruzione sottoposta avrebbe avuto migliore effetto, ma siccome si lasciarono al loro posto, come un aiuto, esse seguitarono a partecipare de' cambiamenti nella forma della curva, conseguenza della inuguale distribuzione del peso, e distrussero tutte le connessioni dell' armatura di legno posta sotto alla piattaforma, ed allentarono e sollevarono molti de' pali su' quali quest' armatura poggiava e cui era attaccata. Lo studio di queste ed altre circostanze relative al ponte di Stockton, m'induce a rigettare ogni idea di servirmi dell'aiuto di catene adoperate nel modo ordinario ». È però essendo indispensabile una costruzione fissa e rigida per sostenere il transito della strada ferrata, il sig. Stephen-

(h) Abbiamo creduto utile di aggiugnere alle figure che accompagnano il testo inglese, la pianta dello stretto di Menai, col ponte tubulare ed il ponte sospeso, tratta dalla *Revue générale de l'Architecture*; vedi fig. 6, tav. XIII.

son propose di far cavalcare lo stretto da un ponte a due archi di ferro fuso, ciascuno di 450 piedi di corda, e preparò in conseguenza il suo progetto, nel quale gli archi erano superiori al livello dell' acqua per 100 piedi alla chiave e 50 piedi all' imposta. Siccome era necessario che il passaggio dell' acqua non fosse interrotto da palchi di servizio o da centine, come d' ordinario si usa nella costruzione de' ponti arcati, il sig. Stephenson immaginò di fissare i mezzi archi da' due lati della pila centrale e di connetterli per mezzo di spranghe di concatenamento, in modo che il peso da ciascun lato tenesse in equilibrio quello dall' altro.

Però i Commessarî dell' Ammiragliato, i quali sono l' autorità suprema in queste materie, insisterono sopra una condizione che rendeva questo progetto ineseguibile, cioè che l'altezza libera del passaggio dell' acqua sotto la parte più bassa degli archi, all' imposta, non potesse esser meno di 100 piedi. Per ritenere lo stesso progetto generale, sarebbe quindi divenuto necessario di elevare l' intera struttura per 50 piedi al di sopra della proposta posizione, alterazione che produceva un aumento immenso nel costo delle pile e delle spalle del ponte, oltre all' essere incompatibile col livello de'tronchi adiacenti della strada ferrata. In questo stato di cose l' animoso ingegnere si determinò ad abbandonare in tutto la forma arcata, ed a cercare una forma orizzontale di costruzione, che possedesse la solidità e la rigidezza necessaria per sostenere i pesi cui dovea esser sottoposta, sopra spazî di 450 piedi, e che potesse nel tempo stesso erigersi senza ingombrare la navigazione dello stretto.

Questo era un problema di una difficoltà quasi senza esempio, e la cui soluzione domandava al tempo stesso un concepimento ardito ed originale, accurati esperimenti scientifici, arte ed abilità pratica, unione raramente richiesta e rara ad ottenersi anche nelle più importanti emergenze dell' arte dell' ingeguere. La prima di queste condizioni fu ben presto adempiuta dal sig. Stephenson, il quale nel mese di febbraio 1845 pronunziò il suo avviso, di essere il ferro battuto il miglior materiale pel ponte sullo stretto, e la forma di una trave vota o tubo quella secondo la quale il materiale medesimo dovea disporsi per questo oggetto. Onde ovviare alle difficoltà riguardanti i palchi di servizio, fu deciso che ciascuno de' tubi sarebbe costrutto in qualche sito non occupato contiguo alla sua posizione permanente, ed elevato e deposto in massa in quella posizione. Queste decisioni che contenevano lo schizzo generale del progetto, furono avvedutamente fatte seguire da un'accurata serie di esperimenti, onde determinare in primo luogo la forma particolare di seziono da darsi a' tubi, e quindi la distribuzione e le dimensioni del materiale che potessero guarentire la necessaria solidità e rigidezza all'intera struttura.

Per questi oggetti particolari fu determinato che si dovesse ricorrere, nel compiere il progetto, ad una persona di molta autorità ne'rami teorici e pratici relativi alla solidità del materiale proposto ed a' migliori modi di combinarlo; e la persona scelta fu il sig. W. Fairbairn, il quale, dopo aver diretta una serie di esperimenti onde trovare la forma più solida pel tubo, chiamò in aiuto il sig. Eaton Hodgkinson per coordinarne il risultato e ricavarne delle formole pratiche, onde determinare i particolari dell' opera. Questi signori procedettero nelle loro ricerche, e presentarono de' rapporti al sig. Stephenson, il quale li unì alla propria relazione presentata a' Direttori della Compagnia della strada ferrata nella loro adunanza in febbraio 1846. L' importanza di questi rapporti sommarî rende necessario di citare i risultamenti che essi presentano: e ciò noi ci proponiamo di fare nella seguente sezione, dopo aver fissati i principî generali che distinguono tutti i ponti a travi, sieno tubulari o solide, da quelli la cui solidità dipende dalla loro forma arcata.

SEZIONE VI.

Principî generali che distinguono i ponti a travi da' ponti ad arco. — Esperimenti e rapporto del sig. Fairbairn sulle travi tubulari. — Esperimenti e rapporto del sig. Hodgkinson. — Rapporto del sig. Stephenson.

I primi fisici che tentarono di sviluppare le leggi che regolano la resistenza de' corpi agli sforzi trasversali, cioè Galileo e Leibnitz, assunsero un principio fondamentale che il celebre Giacomo Bernouilli sembra essere stato il primo a discutere. Questo principio, che fondavasi sopra un errore radicale, era che tutte le particelle di una trave sottoposte ad una pressione trasversale eccessiva fossero in uno stato di tensione, e che la loro separazione fosse il solo effetto prodotto dal peso che rompe la trave, essendo superata la loro resistenza alla tensione. Giacomo Bernouilli, rese però manifesta la fallacia di questo assunto, e mostrò che le particelle delle quali si compone una trave così caricata, esercitano sul lato che riceve la pressione una forza di genere diverso da quella esercitata sul lato opposto. Un indizio sensibile di questo fatto viene somministrato dalla forma che prende la trave, la superficie caricata divenendo concava, mentre l' opposta diviene convessa. Sul lato concavo le particelle sono così compresse le une contro le altre, mentre sul lato convesso esse sono distese o allontanate le une dalle altre. Da questa osservazione Bernouilli dedusse l' esistenza di una linea longitudinale, o piuttosto di un piano, attraverso la trave, che definisce i limiti tanto dell'azione comprimente che della estensiva; ed a questa linea o limite, che non è per conseguenza accorciata nè allungata per la flessione della trave, egli diede il nome di asse neutrale Ora queste tendenze opposte dell' azione suscitata fra le particelle di una trave, da un peso che agisse tra-

versalmente sulla sua lunghezza, riduce lo sforzo che la trave esercita sugli appoggi ad una sola pressione verticale, non avendo luogo sopra di essi alcuna spinta laterale od obliqua, a meno che la forma della trave non fosse tanto alterata che le sue estremità prendessero una direzione obliqua, invece di rimanere orizzontali. È ben noto che un arco, per l' opposto, trasmette il suo peso sulle spalle per mezzo di una spinta obliqua o laterale, tutto il materiale essendo in uno stato di compressione, e le spalle ricevendo la somma di questa compressione, meno l' elasticità del materiale, in una forza che tende a rovesciarle dalla parte esterna. Un ponte sospeso può riguardarsi come esempio della opposta tendenza, la resistenza della fabbrica al peso esercitandosi per mezzo della tensione de' materiali, la quale, trasmessa alle torri o pile di sospensione, tende a tirarle alla parte interna o l' una verso l' altra. Le prime forze di spinta, possono dirsi forze divergenti od opponenti, e le altre possono chiamarsi forze convergenti o comprimenti.

Onde presentare la massima resistenza e stabilità, l' azione di un ponte arcato, sospeso, o a travi, come trovasi trasmessa alle spalle, deve esser per certo identicamente la stessa per direzione, cioè verticale. Così la massima forza di un arco si presenta nella forma semicircolare, che si eleva verticalmente dalle spalle; e col variare della direzione della spinta dalla verticale verso l' orizzontale, per diversi angoli d' inclinazione, cioè abbassandosi di sesto l' arco e diminuendo la sua altezza, diminuisce ancora in determinata ragione la solidità della struttura. Ed in un ponte sospeso, le catene agirebbero con maggiore effetto per sostenere il peso, se esse potessero adoperarsi nella vera posizione verticale, mentre il loro effetto diminuisce di mano in mano che esse divergono da questa posizione verso la orizzontale. L' oggetto comune della disposizione delle parti di un arco e di quella delle selle sopra le quali passano le catene di un ponte sospeso, è quindi di produrre un'azione risultante verticale sulle spalle e le torri.

Ma in un semplice arco con spalle o in una catena con torri è necessario, onde assicurare l' equilibrio della struttura, di introdurre altre parti che esercitino forze agenti in senso opposto. Così l' arco richiede un carico addizionale di materiali su' fianchi, e la catena richiede una controcatena dall' altro lato di ciascuna torre; e la determinazione precisa di queste forze costituisce un problema di grande importanza pratica, ne' progetti de' ponti dell' una o dell' altra classe. Le travi, al contrario, debbono resistere al carico per mezzo della composizione o del contrasto delle forze di tensione e di compressione, esercitate scambievolmente dalle loro particelle le une sulle altre ne' lati opposti al piano o alla linea neutrale; così che la pressione trasmessa dalla trave col suo carico sugli appoggi estremi o spalle, deve agire soltanto nella direzione verticale, o come un semplice peso poggiato. Ora per adempiere questa condizione di equilibrio della trave, debbonsi determinare le dimensioni e proporzioni di ogni sua parte in relazione con la somma di forza che il materiale è capace di esercitare nel resistere alla azione estensiva e comprimente del carico. Questa forza varia: 1°. in ragione della distanza verticale delle facce superiore ed inferiore dal piano o dall' asse neutrale; 2°. in rapporto alla natura del materiale adoperato. Così, per quanto maggiore è la distanza rispettiva verticale delle facce superiore ed inferiore dal piano neutrale, maggiore è ancora la resistenza presentata dalla trave contro l' azione del carico per estenderla o comprimerla. La solidità della trave è quindi proporzionale all' altezza della sua sezione; e la regola per determinare la resistenza de' corpi di sezione rettangolare alla rottura, è fondata sul principio, che questa resistenza varia direttamente con la larghezza e col quadrato dell' altezza del pezzo, ed in ragione inversa della sua lunghezza. Onde potere applicare una formola generale alla determinazione di questa resistenza con varî materiali, è necessario introdurre nel calcolo un elemento, il cui valore varia col materiale, e che si determina per mezzo di esperimenti. Chiamando S questo numero variabile; b la larghezza in pollici; d l' altezza, anche in pollici; l la lunghezza in piedi; e w il peso in libbre, la formola generale è

$$Sbd^2 = lw.$$

I valori di S determinati per diversi materiali come applicabili a travi poggiate agli estremi e caricate nel mezzo sono i seguenti.

Ferro fuso	2548
Ferro malleabile	2050
Teak (1)	820
Frassino	675
Quercia del Canadà	588
Picca, ...	544
Pino rosso	447
Abete della foresta di Mar.	415
Quercia inglese	400
Abete di Riga	376
Larice	280

Questo quadro rappresenta ancora l' ordine di solidità degli undici materiali enumerati, per resistere a carichi trasversali. Le solidità così trovate sono le estreme, solo

(1) Sorta di legno del Pegù, nella parte meridionale dell' impero Birmano, adoperato specialmente nella costruzione delle navi, non alterandosi nell' acqua salsa e non essendo roso da vermi.

una terza parte delle quali può essere con sicurezza adoperata, onde determinare il carico che nella pratica non arrechi danno alla tessitura del pezzo. D' altra parte, il carico è qui supposto riunito in un punto o in una linea nel centro della lunghezza della trave, mentre nella pratica il carico massimo cui si deve provvedere è distribuito su tutta la sua lunghezza, ed il carico così sostenuto può esser doppio di quello che si può reggere in un punto o una linea centrale attraverso il pezzo. La formola per trovare il massimo carico cui si può con sicurezza sottoporre la trave sarà quindi

$$\frac{2\,S\,b.d^2}{3} = l\,w;$$

o lo stesso risultamento potrà ottenersi adoperando 1699 invece di 2548 pel valore di S nel ferro fuso.

Successivi esperimenti fatti dal sig. Fairbairn e dal sig. Hodgkinson hanno dimostrato che pel ferro fuso il valore della resistenza ricavato da questa formola è alquanto troppo elevato. Questi esperimenti furono eseguiti sopra cinquantadue specie di ferro fuso, tanto di fusione calda che di fusione fredda, delle principali manifatture di ferro del Regno Unito, ed inclusi ancora taluni campioni dell'Elba e di Samakoff in Turchia. Le spranghe nel mezzo delle quali furono applicati i pesi, erano di diverse dimensioni per lunghezza, larghezza e spessezza, ma i risultamenti saranno molto simplificati riducendole tutte alla stessa lunghezza e sezione e ricavando un medio dall' insieme di esse. Così, riducendo le spranghe all' uniforme larghezza e spessezza di un pollice ed alla lunghezza di 4 piedi e 6 pollici, o 54 pollici, il peso producente la rottura, fra tutti i saggi fatti su ciascuna qualità di ferro, varia da libbre 581 a 357, il medio fra tutte le cinquantadue qualità di ferro essendo di libbre 449.36. Per ridurre questo peso producente la rottura di spranghe lunghe 4 piedi e 6 pollici ad una forza corrispondente a ciascun pollice di lunghezza, onde giugnere ad una regola applicabile in generale, possiamo moltiplicare il peso trovato di libbre 449.63, pel numero 54, di pollici contenuti nella lunghezza della spranga, ed il prodotto sarà di 10 tonnellate e quintali 16. 6, che possiamo dire 11 tonnellate. Questa essendo la forza per pollice, la solidità di una trave qualunque di sezione rettangolare può trovarsi moltiplicando questa unità media di 11 tonnellate per l' area della sua sezione e per l' altezza di questa, e dividendo il prodotto per la lunghezza. Tutte queste dimensioni essendo prese in pollici, il quoziente sarà in tonnellate, rappresentante il peso che romperebbe per l' appunto la trave in esame. Supponiamo per esempio che si richiedesse il peso producente la rottura di una spranga di ferro fuso, di qualità media e di sezione rettangolare, la cui larghezza fosse di 2 pollici, l' altezza di 5 pollici e la lunghezza fra gli appoggi di 5 piedi o 60 pollici, si avrebbe.

$$\frac{11 \times 10 \times 5}{60} = \text{tonnellate } 9.16\,,$$

o circa 9 tonnellate, 3 quintali ed un quarto; mentre con la formola prima citata ($S\,b\,d^2 = l w$), S essendo pel ferro fuso 2548, il peso sarebbe stato

$$\frac{2548 \times 2 \times 25}{5} = 25480 \text{ libbre, ovvero 11 tonnellate, 7 quintali e 2 quarti.}$$

La forma rettangolare di sezione trasversale è però la più solida per una trave carica nella sola ipotesi che le forze mediante le quali essa resiste alla compressione ed alla tensione sieno eguali fra loro, mentre si è trovato con esperimento che ciò non ha luogo in taluni (se pure in qualcuno ha luogo) de' materiali de'quali si compongono le travi. Così il ferro fuso è stato trovato capace di resistere alla compressione con una forza sestupla di quella che esercita nel resistere alla tensione; dal che segue, che onde ritrarre la massima resistenza da una data quantità di quel materiale in una trave, il lato sul quale agisce la tensione, cioè l' inferiore (il carico essendo messo al disopra) dovrebbe avere una quantità sestupla di ferro di quanto ne occorre nella parte superiore, che resiste alla compressione.

Inoltre, siccome la massima forza di compressione agisce nel limite superiore della trave, e la massima forza estensiva agisce nel limite inferiore, riducendosi entrambe a zero nel piano neutrale, la distribuzione del metallo dovrebbe regolarsi con maggior grossezza ne' limiti della sezione e diminuendo verso il piano neutrale.

La forma di sezione determinata con queste condizioni avrebbe quindi una somiglianza col contorno di due coni verticali, uno de' quali rovesciato sull' altro in modo da incontrarsi ne' vertici, e quello inferiore essendo di grossezza sestupla del superiore. Un' idea più comune del contorno può ritrarsi dal paragonarlo a quello di un orologio a polvere, con la sola differenza della inuguaglianza de' due scompartimenti.

La forma di sezione che è stata suggerita ed adottata in pratica nella manifattura delle travi di ferro fuso come approssimantesi a questa figura teoretica, è quella di una piastra orizzontale superiore ed un' altra inferiore, le cui aree sono nella ragione di 1 a 6, con una sottile parte rettangolare verticale, per unirle fra loro. La scelta di questa forma è stata determinata dalla ipotesi, che noi crediamo erronea, che la massima resistenza del pezzo si ottenga solo quando tutto il materiale è raccolto nei punti dove la forza di compressione e di tensione agiscono

con la massima energia. Da ciò si è dedotto che la forma teoretica, sebbene non conseguibile nella pratica, della sezione di massima resistenza richiede che « il materiale » del lato stirato e quello del lato compresso sieno ri- » spettivamente raccolti in due linee geometriche paral- » lele all' asse neutrale; distribuzione manifestamente im- » possibile, giacchè produrrebbe una intiera separazione » fra i due lati della trave (7). » Ora questa condizione è chiaramente tanto inutile, per lo meno, quanto impossibile. L' equilibrio della trave richiede solo che nel momento nel quale il peso incomincia a vincere la sua resistenza, ogni particella del materiale si trovi esercitando il massimo sforzo per resistere a questa tendenza. L' assunto principio di riunire tutto il materiale in que' limiti del pezzo dove la rottura incomincia, potrebbe solo aver luogo se la rottura fosse istantanea per tutta l' altezza del pezzo medesimo, condizione assolutamente incompatibile con l' esistenza delle forze di compressione e di tensione.

Gli esperimenti hanno dimostrato che l' aumento di resistenza ottenuto con l' adottare una forma di sezione regolata in rapporto con l' azione delle forze comprimenti ed estensive a diverse distanze dal piano neutrale è di $^4/_{11}$; cioè che l' unità di resistenza delle travi di ferro fuso, che, come abbiamo mostrato, è di 11 tonnellate con la sezione rettangolare, si aumenta a 15 tonnellate se la parte superiore ed inferiore della trave sono formate con maggior quantità di materiale che non la parte media, sotto la forma di piastre sporgenti, nella figura conosciuta sotto il nome di sezione con piastre uguali o ad I. Ma distribuendo il materiale della sezione, avuto riguardo alla sua resistenza comparativa alle due forze di compressione e di tensione, che nel ferro fuso, come abbiamo trovato, è come 6 ad 1, si ottiene un aumento di resistenza anche maggiore; e l' unità di resistenza 11 della trave rettangolare, accresciuta a 15 nella trave a piastre uguali, diviene 19 in una trave la cui sezione ha una piastra inferiore di area sestupla della superiore ed unita a questa da una parte media verticale. Usando rispettivamente questa unità invece di 11, la regola data per la sezione rettangolare è ancora applicabile a quelle con piastre uguali e disuguali.

La teoria e l'esperienza concorrono nel dimostrare che la resistenza uniforme di una trave, per tutta la sua lunghezza fra gli appoggi o le spalle, non richiede un'eguaglianza di sezione in tutte le parti, la resistenza della trave essendo in ragione inversa della sua lunghezza, e l' effetto di un dato carico diminuendo verso gli appoggi. Perciò l'area della sezione può essere ridotta procedendo dal mezzo della trave, dove si richiede la massima resistenza, verso gli appoggi dove la minima è sufficiente. La diminuzione di sezione da potersi così ammettere deve, secondo la legge con la quale opera il peso, essere tale che il contorno longitudinale della trave sia ellittico se si tratta di un peso che cammina, e parabolico per un peso fisso.

Premesse queste poche nozioni intorno all' azione dei ponti arcati, sospesi ed a travi, e de' principî che determinano la forma di questi ultimi allorchè sono costrutti in ferro fuso, rivolgeremo ora la nostra attenzione alle forme del ferro malleabile, e da'risultamenti delle esperienze fatte su questo dedurremo un paragone delle proprietà delle due qualità di metallo.

Il ferro malleabile è essenzialmente differente dal ferro fuso nella *struttura*, il primo essendo *fibroso* e l'altro *cristallino*. Nella *forza di coesione*, cioè in quella forza per mezzo della quale i materiali resistono alla rottura per tensione, il ferro malleabile è molto superiore al ferro fuso. I risultamenti delle sperienze mostrano che la coesione estrema del ferro inglese eguaglia 25 tonnellate a pollice quadrato della sezione trasversale della spranga. La coesione del ferro di Russia a spranghe si è rinvenuta di tonnellate 26.7, e quella del ferro Svedese di tonnellate 29.2; il medio fra le tre qualità è quindi tonnellate 26.96, che può dirsi 27 tonnellate; mentre la coesione del ferro fuso non è che di sole tonnellate 7.87; essendo così il rapporto dell' uno all' altro quello di 27 ad 8. Essendo questa la coesione estrema, cioè rappresentando quella forza alla quala la spranga può per l' appunto resistere, essa deve al meno esser divisa per tre, per indicare il massimo sforzo cui si deve esporre la spranga. La forza elastica del metallo, o la forza che questo ha di far ritornare le sue particelle alla loro prima condizione allorchè il peso è rimosso, è naturalmente molto minore della forza totale di coesione che il metallo è capace di esercitare nel resistere ad una forza producente la loro assoluta separazione. Così, mentre la forza di coesione del ferro battuto è, come si è trovato, eguale a 27 tonnellate a pollice quadrato, la sua forza elastica, secondo gli esperimenti fatti dal sig. P. Barlow, è di circa 10 tonnellate a pollice quadrato nel ferro di buona qualità, e di appena 8 tonnellate nelle qualità inferiori. Prendendo il medio, o 9 tonnellate, possiamo considerare che la sua forza elastica sia un terzo della sua forza di coesione.

Intorno alla resistenza trasversale delle spranghe di ferro malleabile di sezione rettangolare, possiamo citare taluni degli esperimenti del sig. Barlow, che furono condotti con molta cura, nel corso delle sue ricerche riguardanti la miglior forma da darsi alle rotaie di ferro malleabile. Questi esperimenti furono fatti sopra spranghe di pollici $1^1/_2$ di larghezza, 3 pollici di grossezza e 33 pollici di lunghezza fra gli appoggi, la pressione essendo applicata

(7) *Principî meccanici dell' arte dell' ingegnere*, pel professore Moseley.

nel mezzo di esse. Le flessioni prodotte in due di queste spranghe e la media fra esse furono le seguenti :

Esperimenti sopra spranghe di ferro malleabile.

PESI.	FLESSIONI.		
	SPRANGA N°. 1.	SPRANGA N°. 2.	MEDIA DELLE DUE SPRANGHE.
tonnellate.	pollici.	pollici.	pollici.
0.5	0.059	0.017	0.038
1.0	0.074	0.037 (?)	0.055 (?)
1.5	0.083	0.052	0.067
2.0	0.095	0.061	0.078
2.5	0.101	0.064	0.082
3.0	0.109	0.078	0.093
3.5	0.120	0.089	0.104
4.0	0.131	0.102	0.117
4.5	0.148	0.124	0.136

L' elasticità di queste spranghe fu conservata sino ad una pressione di tonnellate $4^1/_4$, ma fu alterata da quella di tonnellate $4^1/_2$. Il medio della masima flessione che le spranghe soffrirono senza danno sarebbe quindi fra pollici 0.117 e 0.136. Prendendo pollici 0.126 , possiamo ammettere che questo numero rappresenti la massima flessione che simili spranghe possono sostenere, conservando la loro forza elastica. La forza elastica del ferro fuso è meno della metà di questa cifra, essendo, secondo la regola generalmente adottata (8) e ricavata da risultamenti sperimentali di 0.0504 di un pollice per una spranga delle stesse dimensioni delle spranghe malleabili sopra citate. Da esperimenti eseguiti sopra spranghe malleabili della forma a doppia piastra o ad I , si è ricavata una regola complicata , che non è necessario qui riportare ; però , onde mostrare l' aumento di resistenza dato alla spranga dalla forma a doppia piastra , noi applicheremo questa regola ad una spranga che abbia la stessa quantità di materiale , la stessa lunghezza , e la stessa altezza di sezione , delle due spranghe rettangolari sulle quali gli esperimenti del sig. Barlow furono eseguiti, ma con una parte del materiale tolto da' fianchi e disposto in forma di piastre sporgenti da ambedue i lati della spranga , in modo che la larghezza di questa sulle piastre superiore ed inferiore sia di pollici $2^1/_2$, e la grossezza delle piastre medesime di $^3/_4$ di pollice , la parte media della spranga essendo così ridotta alla larghezza di $^1/_2$ pollice. Una tale spranga sosterrà tonnellate 6.18 senza danno per la sua elasticità ; mentre le spranghe rettangolari di eguale area di sezione sostenevano sole tonnellate 4.25. L' aumento di resistenza è quindi di tonnellate 1.93 , o quasi 45 per cento.

Nelle rimanenti proprietà di resistenza alle forze di compressione , troveremo che il ferro battuto è ancora superiore al ferro fuso. Le formole ricavate dagli esperimenti intorno alla resistenza esercitata da cilindri solidi delle due qualità di metallo ad una forza comprimente , sono :

$$\text{pel ferro fuso } W = \frac{9562\ d^4}{4\ d^2 + 0.18\ l^2}$$

$$\text{pel ferro malleabile } W = \frac{11125\ d^4}{4\ d^2 + 0.16\ l^2}$$

nelle quali W è il peso che il cilindro può sostenere, in libbre ; l la lunghezza del cilindro medesimo in piedi; e d il suo diametro in pollici. Applichiamo queste formole a due cilindri di 5 pollici di diametro e 2 piedi di lunghezza ; avremo pel cilindro di ferro fuso ;

$$\frac{9562 \times 625}{100 + 0.18 \times 4} = \left\{ \begin{array}{l} \text{14913 libbre , o 6 tonnellate, 13} \\ \text{quintali e 17 libbre;} \end{array} \right.$$

e pel cilindro di ferro malleabile,

$$\frac{11125 \times 625}{100 + 0.16 \times 4} = \left\{ \begin{array}{l} \text{17355 libbre, o 7 tonnellate 14} \\ \text{quintali , 3 quarti e 23 libbre.} \end{array} \right.$$

La resistenza alla compressione nelle due qualità di metallo è quindi come 14913 a 17355 o , molto prossimamente, come 6 a 7. Le proprietà di due materiali possono così essere paragonate , e la proporzione nella quale essi godono di ciascuna di queste proprietà può essere espressa in cifre.

		Ferro fuso.		Ferro battuto.
Forza di coesione . . .	come	8	a	27
Forza elastica	»	2	»	5
Resistenza alla compressione	»	6	»	7

In queste tre proprietà, che costituiscono il valore pratico di questi materiali nella costruzione, il ferro mallea-

(8) Questa regola è di moltiplicare il quadrato della lunghezza in piedi per 0.02 , ed il prodotto diviso per l' altezza della sezione , in pollici , sarà eguale alla flessione.

bile si mostra così molto superiore al ferro fuso, sebbene questa superiorità non sia in eguale proporzione o estensione in tutte. Conoscendo però il rapporto nel quale l'uno o l'altro materiale possiede due delle proprietà, quella dell'altro materiale può facilmente dedursi. Così noi sappiamo che il ferro fuso resiste alla compressione con una forza sestupla di quella che esercita per resistere alla tensione, cioè che la sua resistenza alla compressione è sestupla della sua forza di coesione. Rappresentando quindi la forza di coesione con 8, la resistenza alla compressione sarà 8 × 6, cioè 48. Nel ferro malleabile la forza di coesione, in proporzione della cifra 8 del ferro fuso, è espressa da 27. Ma la sua resistenza alla compressione essendo solo di un sesto maggiore di quella del ferro fuso, questa forza sarà rappresentata da 48 + 8, o 56. Segue da ciò, che, mentre la forza di coesione del ferro fuso sta alla sua resistenza alla compressione come 8 a 48, o come 1 a 6, queste proprietà sono nel ferro battuto nella ragione di 27 a 56, o quasi come 1 a 2. Questo semplice paragone, tratto da dati che sono da lungo tempo di ragione pubblica, ci pone nel caso di giudicare che la forma più solida per una trave di ferro battuto non deve avere nelle sue parti le stesse proporzioni di quelle delle parti di una trave di ferro fuso; e che mentre la piastra inferiore dell'ultima dovrebbe contenere sei volte il materiale della piastra superiore, la piastra inferiore della trave di ferro battuto non deve averne che il doppio di quello della piastra superiore.

Queste proporzioni riguardano travi piene e compatte, e naturalmente sono applicabili solo fra certi limiti, ma questi limiti sono estesi abbastanza per tutte le occorrenze pratiche, e così le proporzioni sono in fatti universalmente applicabili a travi di questa specie.

Se entrasse nel nostro proposito di dover dare una spiegazione di questi differenti rapporti fra le forze resistenti nelle due qualità di ferro, noi crediamo che si potrebbero questi attribuire alla differenza di condizione nella loro struttura. Un materiale cristallino e non fibroso, può facilmente supporsi mancante di quella forza per resistere allo strappamento, che noi troviamo in tutti i materiali fibrosi di qualunque specie, le parti de' quali oltre della sola struttura delle loro molecole, sembrano capaci di esercitare un'azione per ritenersi l'una con l'altra, per mezzo di un intrecciamento nella direzione longitudinale. Ma sebbene priva di questa azione, la semplice formazione granulare del ferro fuso e de' materiali simili richiede un movimento totale delle particelle prima di cedere alla compressione, che non è tanto necessario nel materiale fibroso; ed onde meglio illustrare questa circostanza, si potrebbe forse citare la tendenza che hanno i materiali fibrosi, allorchè sono compressi oltre di quanto possono resistere, di sfogliarsi o ridursi in sottili lamine o scaglie.

Può ben prevedersi che queste regole non si applicano egualmente alle travi vote o tubulari, e ciò è stato dimostrato dagli esperimenti intrapresi dal sig. Fairbairn per determinare le dimensioni e le proporzioni del ponte Britannia.

Il primo punto a determinarsi era la forma del tubo ed a questo oggetto si costruirono de' tubi di esperimento di diverse forme di sezioni, cioè circolari, ellittiche e rettangolari (k). La prima serie di esperimenti fu fatta su' tubi cilindrici, cioè quelli a sezione trasversale circolare. La lunghezza di questi, o la distanza fra gli appoggi, variava da 15 piedi e pollici 7½ a 31 piedi e pollici 3¼; i loro diametri variavano da 12 pollici a 24.3; la spessezza delle lamine delle quali erano costrutti variava da 0.037, o circa 1/27 di pollice a 0.135, o circa 2/15 di pollice; ed il peso producente la rottura variava da 2704 libbre a 14 240 libbre. I due più piccoli, più sottili e più deboli di questi tubi si ruppero schiacciandosi nella faccia superiore, mostrando così una mancanza di forza per resistere alla compressione, in paragone della loro forza per resistere alla tensione. Gli altri sette tubi si ruppero lacerandosi nella faccia inferiore lungo la linea de' buchi delle ribaditure, mostrando così che nè l'estrema coesione del metallo nè la sua resistenza alla compressione erano state superate da quel peso che fu sufficiente a far rompere le parti indebolite da'buchi per le ribaditure. Queste quindi erano piuttosto pruove pel sistema di costruzione che pel metallo. La serie de' nove esperimenti ed i loro risultamenti trovansi nel seguente quadro.

(k) Gli esperimenti de' quali segue la descrizione sono i medesimi accennati nell' articolo riportato dall' *Artizan*, (5 vedi pag. 20 e 66) e specialmente nella lettera al sig. Hodgkinson, pag. 70.

Esperimenti su' tubi cilindrici.

ESPERIMENTI. Classe.	Numero.	LUNGHEZZA DE' TUBI FRA GLI APPOGGI piedi	pollici	DIAMETRO.	AREA DELLA SEZIONE TRASVERSALE	GROSSEZZA DELLE LAMINE.	ULTIMA FLESSIONE	PESO PRODUCENTE LA ROTTURA	MODO DI CEDERE
		piedi	pollici	pollici.	pollici.	pollici.	pollici.	libbre.	
A.	1	17	0	12.00	112.1	0.0370	0.65	2 704	Schiacciato nella parte superiore
	2			12.18	116.5	0.0408	0.39	3 040	id.
B.	3	15	7½	12.40	120.8	0.1310	1.29	11 440	Lacerato nella parte inferiore lungo i buchi delle ribaditure.
C.	4	23	5	18.26	261.9	0.0582	0.56	6 400	id.
	5			17.68	245.5	0.0631	0.74	6 400	id.
	6			18.18	236.0	0.1190	1.19	14 240	id.
D.	7	31	3¼	24.00	452.4	0.0954	0.63	9 760	id.
	8			24.20	460.0	0.0954	0.74	10 880	id.
	9			24.30	463.8	0.1350	0.95	14 240	id.

In nessuno di questi esperimenti possiamo supporre che lo sforzo applicato raggiugnesse la resistenza estrema del materiale. Paragonando insieme le classi A e B, vediamo che nell' esperimento n°. 3 un tubo avente quasi la stessa lunghezza di quello adoperato nell'esperimento n°. 1, ma di una spessezza 3 volte ½ di quella, richiese per rompersi un peso 4 volte ¼, e quindi cedette lungo i buchi delle ribaditure inferiori, mentre la parte superiore resistette con buon effetto alla tendenza del peso a schiacciarla. Da ciò possiamo dedurre che la maggior debolezza comparativa del primo tubo nasceva da una mancanza positiva di materiale, la quale impedì che esso conservasse la sua forma, molto prima che la forza dipendente dalla struttura del metallo venisse messa in azione.

Assumendo che la debolezza cagionata, negli esperimenti dal n°. 4 al n°. 9, da' buchi tagliati nelle lamine per le ribaditure, fosse nello stesso rapporto della debolezza effettiva del materiale, noi possiamo paragonare i risultati di questi sei esperimenti, come se i tubi avessero in tutti i casi ceduto per la distruzione di tutta la forza di coesione delle loro lamine, e troveremo che i risultamenti variano prossimamente nella stessa ragione che le condizioni de' diversi esperimenti. Così negli esperimenti 4 e 5, i tubi essendo della stessa lunghezza e quasi dello stesso diametro, e la grossezza delle lamine variando ancora soltanto in leggiera proporzione (come 58 a 63), il peso producente la rottura fu trovato essere precisamente lo stesso; mentre paragonando questi col tubo usato nel sesto esperimento, che era della stessa lunghezza e di simile diametro, ma le cui lamine erano circa il doppio in grossezza di quelle degli esperimenti 4 e 5, il peso producente la rottura si trova essere ancora circa il doppio. Inoltre nella classe D, i tubi usati essendo della lunghezza medesima e di diametro quasi uguale, i pesi producenti la rottura sonosi trovati varianti in modo simile con la grossezza delle lamine: ne' due tubi (esperimenti 7 e 8) della eguale grossezza di lamine di 0.0954, o meno di ⅒ di pollice, il peso producente la rottura variava solo da 9760 a 10 880 libbre, o circa 11 per cento. Il tubo usato nel nono esperimento, essendo della stessa lunghezza e quasi dello stesso diametro di quelli usati ne'numeri 7 e 8, avea lamine di una grossezza di circa 50 per cento maggiore, e sostenne un peso maggiore quasi nella stessa proporzione.

In tutti i sette ultimi esperimenti noi osserviamo la gran solidità di questi tubi, la quale non poteva attendersi dalle loro piccole dimensioni. Così nell' esperimento n°. 3, abbiamo un tubo di quasi 16 piedi di lunghezza ed un piede di diametro, con lamine di soli 0.131, o circa ⅛ di pollice di grossezza, che richiede per rompersi un peso di 11 440 libbre, o tonnellate 5.1; e la rottura avvenendo ancora in una linea nella quale si avea bisogno della maggior resistenza alla tensione, e nella quale la maggior debolezza era prodotta da' buchi delle ribaditure. Con tali dimensioni era da aspettarsi un totale torcimento del tubo con un peso molto minore. Lo stesso può dirsi in generale degli altri esperimenti, ma fra i numeri 3 ed 8, e 3 e 9 può stabilirsi un paragone importante. Così, nell' ottavo esperimento, abbiamo un tubo doppio in lunghezza di quello usato nel terzo, e di doppio diametro, cioè di area di sezione quadrupla, ed otto volte di capacità, formato di lamine più sottili nella ragione di 95 a 131, e che nondimeno richiede un peso molto prossimamente uguale per rompersi, il rapporto

essendo quello di 18 a 19. E nel terzo e nel nono esperimento abbiamo risultati ancora più sorprendenti. Nell'ultimo caso il tubo era di doppia lunghezza e doppio diametro di quello del terzo esperimento o, come nell' ottavo, di area di sezione quadrupla ed otto volte di capacità; la grossezza delle lamine era quasi eguale, cioè variava solo come 135 a 131; e però il peso producente la rottura del tubo più lungo era considerabilmente maggiore di quella del più corto, essendo nel rapporto di libbre 14 240 ad 11 440, ovvero di tonnellate 6.3 a 5.1. Siccome ambedue i tubi cedettero in fine per la debolezza cagionata da' buchi delle ribaditure, senza soffrire schiacciamento precedente nella parte superiore, così possiamo supporre che nè la forza per resistere allo schiacciamento, nè quella di coesione di questa piccola quantità di materiale così disposta, fosse superata anche da questo gran peso. Che s'immagini un tubo di 31 piedi di lunghezza, due piedi di diametro e composto di lamine di solo $^1/_8$ di pollice di spessezza, caricato da 6 tonnellate e 7 quintali prima di essere ridotto a cedere; ed onde formarsi una chiara idea di questo peso si cerchi di alzare quello di un solo mezzo quintale, e quindi si supponga un aggiunzione di altri 254 simili pesi onde fare quello di 6 tonnellate e 7 quintali.

Un' altra serie di esperimenti fu fatta sopra tubi di forma ellittica. I risultamenti ne sono riportati nel quadro seguente.

Esperimenti su' tubi ellittici.

ESPERIMENTI. Classe.	Numero.	LUNGHEZZA DI TUBI FRA GLI APPOGGI piedi	pollici	DIAMETRO. pollici.	AREA DELLA SEZIONE TRASVERSALE pollici.	GROSSEZZA DELLE LAMINE. pollici.	ULTIMA FLESSIONE pollici.	PESO PRODUCENTE LA ROTTURA libbre.	MODO DI CEDERE.
E.	10	17	0	14.62 / 9.25	106.2	0.0416	0.62	2 100	Schiacciato nella parte superiore.
	11	17	6	15.00 / 9.75	114.9	0.1430	1.39	15 000	Rotto in ambedue le facce.
F.	12	24	0	21.25 / 14.12	235.7	0.0688	0.45	7 270	Per compressione.
	13			21.66 / 13.50	229.7	0.1320	1.36	17 076	Per estensione.
G.	14	18	6	12.00 / 7.50	70.7	0.0775	0.95	6 867	Per compressione (9).

Questi esperimenti sono divisi in tre classi, e numerati successivamente incominciando dall'ultimo, senza che i numeri abbiano alcuna relazione con l' ordine col quale essi furono eseguiti:

Su questi risultamenti il sig. Fairbairn fa le seguenti osservazioni: « Si noterà che l' insieme di questi esperimenti mostra debolezza nella parte superiore del tubo, » la quale, in quasi tutti i casi, fu fortemente distorta » per la forza di compressione agente in quella direzione. » È probabile che i tubi cilindrici avrebbero ceduto allo » stesso modo, se le ribaditure nelle unioni fossero state » egualmente perfette nella parte inferiore. Ciò però non » era, e ne risultò la rottura in quella parte. »

I risultati de' due esperimenti della classe E sono alquanto sorprendenti: i tubi erano di quasi eguali lunghezze, diametri ed aree di sezioni; le grossezze delle lamine erano nella ragione di circa 1 a 3.5, mentre la resistenza relativa fu trovata di 21 a 150, o circa di 1 a 7.5. Siccome il tubo composto di lamine più sottili cedette essendo schiacciato nella parte superiore, sembra che la estrema tenuità delle lamine (circa $^1/_{25}$ di pollice) abbia cagionato il torcimento prima che la resistenza virtuale del metallo fosse entrata in azione. Nella classe F abbiamo due esperimenti che chiaramente mostrano il vantaggio dell' accrescimento di spessezza delle lamine. I tubi usati erano di eguale lunghezza, di simile diametro ed area di sezione, ma di diverse spessezze di lamine; e la spessezza aumentata nella ragione di 132 a 69, fece aumentare la resistenza nella ragione di 171 a 73, e fece sì che il tubo cedesse per tensione invece di cedere per compressione. Il tubo usato nell' unico esperimento della classe G, era di un piede più lungo di quello del n°. 11, di area di sezione molto minore (in ragione di 70 a 114) con lamine di circa la metà di grossezza, e sostenne meno della metà di peso. Sebbene questo tubo avesse una cellula nella parte superiore, esso cedette per compressione, mentre quello dell'esperimento undecimo si ruppe in ambedue i lati. Questo risultamento sembra appoggiare la supposizione già suggerita, che il cedere per compressione è, in tutti i casi, il risultamento dell'estrema sottigliezza del materiale, dalla quale risulta il torcimento molto prima che le forze virtuali del metallo sieno poste in azione. Onde chiarire ciò con un esempio familiare, paragoneremo le lamine così messe a prova alla carta, la quale, come è noto, ha una forza di coesione considerabile, ed in massa tiene ancora una forza considerabile per resistere alla compressione, mentre un semplice foglio di essa perde istantaneamente la sua forma, piegandosi, appena è leggiermente compressa negli orli.

La terza serie di esperimenti fu fatta con tubi rettan-

(9) Questo tubo avea una cellula nella parte superiore (*V. fig. 18, tav. V.*)

golari, e presentò risultamenti d'importanza molto maggiore di quelli di tubi cilindrici ed ellittici. Il sig. Fairbairn osservò subito la superiorità della forma rettangolare pe' tubi, e nel suo rapporto di febbraio 1846 ne fece cenno come di quella che meglio prometteva pel ponte Britannia, con queste parole: « Gli esperimenti seguenti » e probabilmente i più importanti, furono quelli fatti » su' tubi di forma rettangolare; essi mostrano un con» siderabile aumento di forza allorchè sono paragonati a » quelli delle forme cilindriche ed ellittiche; e considerando i molti vantaggi che essi posseggono sopra ogni » altra forma finora messa ad esperimento, io inclino a » crederli non solo i più solidi, ma anche i più adatti » (tanto per leggerezza che per sicurezza) al ponte pro» posto ». Questi esperimenti possono classificarsi nel seguente modo:

Esperimenti su' tubi rettangolari.

Esperimenti: Classe.	Esperimenti: Num.	Lunghezza de' tubi fra gli appoggi: piedi.	poll.	Altez.	Larghez.	Area della sezione trasversale	Grossezza delle lamine: Parte superiore.	Grossezza delle lamine: Parte inferiore.	Ultima flessione	Peso producente la rottura	Modo di cedere.
		piedi.	poll.	pollici.	pollici.	pollici.	pollici.	pollici.	pollici.	libbre.	
	15						0.075	0.075	1.10	3738	Per compressione
H.	16	17	6	9.6	9.6	92.16	0.272	0.075	1.13	8273	Per estensione.
	17						0.075	0.142	0.94	3788	Per compressione.
	18						0.142	0.075	1.88	7148	Per estensione.
	19	17	6	18.25	9.25	168.81	0.059	0.149	0.93	6812	Per compressione.
I.	20						0.149	0.059	1.73	12188	id.
	21	18	0	13.25	7.50	99.37	0.142	0.142	1.71	13680	id.
	22	24	0	15.00	9.25	138.75	0.160	0.160	2.66	17600	id.
K.	23	18	6	13.00	8.00	104.00	0.066	0.066	1.19	8812	id. (10)
	24	19	0	15.40	7.75	119.35	0.230	0.180	1.59	22469	Storto ne' lati (11).

I quattro esperimenti della classe H furono fatti su tubi quadrati, il rimanente sopra tubi la cui altezza più o meno eccedeva la larghezza, e la cui solidità variava generalmente con l' altezza. Il valore dell'aumento di altezza diviene evidente, paragonando il n°. 18 al n°. 20. I tubi di questi numeri erano di eguale lunghezza, simile larghezza e grossezza di lamine; se non che il primo aveva un vantaggio nelle lamine inferiori nella ragione di 75 a 59, ed un piccolissimo svantaggio nelle superiori, cioè come 142 a 149. Ma il tubo dell' esperimento n°. 20 essendo di altezza quasi doppia di quello del n°. 18, richiese quasi il doppio di peso per cedere, il rapporto essendo quello di 12 188 a 7 148, o quasi di 29 a 17. La differenza nel modo di cedere è ancora da notarsi, giacchè il tubo più alto cedette per compressione, mostrando che la sua resistenza alla tensione non era esaurita, mentre il tubo quadrato cedeva per tensione.

Il fatto però notabile e di molta importanza a dedursi da questi quattro esperimenti della classe H, è il grande aumento di solidità ottenuto accrescendo solo la spessezza della lamina superiore, le altre parti rimanendo le stesse. Così la solidità del tubo usato nell' esperimento n°. 15, fu quasi raddoppiata dando un aumento di 0.197, o circa 1/5 di pollice, di grossezza alla sua lamina superiore; e mentre, nel suo stato primitivo, il tubo cedeva per compressione, la sua resistenza fu tanto accresciuta ingrossando la lamina superiore che esso cedette per tensione. Paragonando insieme i numeri 15 e 17, si scorge che nessun aumento di resistenza si ottenne raddoppiando la lamina inferiore, giacchè il tubo cedette pure per compressione con un peso quasi uguale. Ma allorchè esso fu capovolto in modo che la lamina ingrossata si trovò al disopra, il tubo rimanendo identicamente lo stesso sotto gli altri rapporti, la sua resistenza fu raddoppiata ed esso cedette infine per tensione.

Questi risultamenti, come il sig. Stephenson ha notato, mostrano « che in *simili tubi* la resistenza del ferro » battuto alla compressione è molto minore della sua re» sistenza alla tensione » essendo ciò « stato costantemente » osservato, » mentre il sig. Fairbairn asserisce, « che » in quasi tutti gli esperimenti i tubi mostrarono debo» lezza nella faccia superiore per resistere alle forze ten» denti a schiacciarli. » Ma noi non accetteremo questi risultamenti, per quanto essi sieno indubitatamente veri, fatti sopra costruzioni di ferro battuto di limitate di-

---

(10) Questo tubo era formato con una cellula nella parte superiore e con la parte inferiore circolare (*vedi fig. 14, tav. V*).

(11) Questo tubo avea la parte superiore corrugata (*vedi fig. 19 tav. V*).

nensioni, come prove della *solidità estrema del ferro malleabile*. Noi abbiamo già mostrato (pag 226) che sopra i migliori dati ammessi, le forze di coesione del ferro fuso, e del ferro battuto sono come 8 a 27, e le loro resistenze alla compressione come 6 a 7. Ora adottando queste proporzioni ed il fatto egualmente riconosciuto che la forza di coesione del ferro fuso è alla sua resistenza alla compressione come 1 a 6 o come 8 a 48, ne segue senza alcun dubbio che la resistenza alla compressione esercitata dal ferro malleabile (essendo a quella del ferro fuso come 7 a 6, o come 56 a 48) deve, paragonata alla sua forza di coesione, essere come 56 a 27; in altri termini, se un pollice cubico di ferro battuto può esser rotto per tensione con una forza di 27 tonnellate, esso non cederà ad una forza di compressione minore di 56 tonnellate.

Nella pratica però, i risultati di questi sperimenti sono del più alto valore, giacchè si rimangono entro i limiti di solidità delle travi di ferro battuto costrutte di lamine nel modo proposto ed adottato pe' ponti tubulari. Nelle travi di ferro fuso formate, come sogliono essere, solide da per tutto, la solidità estrema può applicarsi; ma in quelle formate di lamine di ferro battuto, connesse con ribaditure, costole ec., la forza applicabile nelle costruzioni è un punto di maggiore importanza che la sua forza assoluta. In questi casi il termine *compressione* è con poca proprietà usato; l'effetto prodotto essendo realmente, come è descritto dal sig. Fairbairn, « una storcitura o piegatura ». La resistenza alla compressione diviene così una resistenza all'incurvamento, ed è quindi comparativamente piccola ne' sottili fogli o lamine anche di ferro battuto. In simil modo la coesione o forza per resistere alla tensione è ridotta nella pratica a quella delle ribaditure, per resistere allo sforzo esercitato sopra di esse, ovvero a quelle delle lamine nelle giunture longitudinali.

Gli effetti prodotti dall'ingrossamento delle parti superiori de' tubi e dal capovolgerli nella loro posizione, sono così descritti dal sig. Fairbairn: « Con tubi di forma » rettangolare, aventi la parte superiore di grossezza » circa doppia di quella della parte inferiore, ed i lati » di grossezza metà soltanto di questa parte, o d'un » quarto della superiore, si ottenne quasi il doppio di » resistenza. Nell'esperimento n°. 15, con un tubo di for» ma rettangolare, di pollici 9 ½ in quadro, con la» mine superiore ed inferiore di egual grossezza, il peso » producente la rottura era . . . . 3738 libbre.
» Ribadendo una lamina più forte sulla fac» cia superiore (esperimento n°. 16) la re» sistenza si accrebbe ad. . . . . 8273 libbre.

La differenza essendo di 4535 libbre;

» essendo cioè cresciuta la resistenza a molto più del dop» pio di quella mostrata dal tubo quando la parte supe» riore e la inferiore erano uguali. Gli esperimenti segnati » co' numeri 17 e 18 sono dello stesso carattere, ed » in essi la grossezza della lamina superiore è molto pros» sima al doppio di quella della inferiore. In questi espe» rimenti il tubo fu prima *storto per l'incurvamento della* » *lamina sottile* della parte superiore, il che fu prodotto » da un peso di . . . . 3788 libbre
» e quindi fu rovesciato con la parte più » grossa verso sopra, (esperimento n.° 18) » e con questo cambiamento il peso produ» cente la rottura fu aumentato a . . . . . 7148 libbre

Dando una differenza di 3360 libbre.
» o un aumento di quasi il doppio di resistenza, con la » semplice operazione di rovesciare il tubo volgendolo » sotto sopra. »

» Lo stesso grado d'importanza è attaccato ad una si» mile forma quando l'altezza nel mezzo è doppia della » larghezza del tubo. Dagli esperimenti (numeri 19 e 20) » noi ricaviamo i medesimi risultamenti in un tubo nel » quale l'altezza, è di pollici 18¼ e la larghezza di pol» lici 9¼. Caricando questo tubo con 6812 libbre (la » lamina sottile essendo nella parte superiore) esso se» gue precisamente la stessa legge di prima, e si incurva » con un rialzamento nella faccia superiore, in modo da » non poter più sostenere con sicurezza il carico. Se però » si prende lo stesso tubo e si rovescia con la lamina grossa » verso sopra, non solo si rinforza la parte danneggiata, » ma si accresce la forza resistente da 6812 libbre a » 12 181. Esaminiamo ora il tubo nell'esperimento n°. 24, » nel quale la parte superiore è composta di ferro cor» rugato formante due cavità tubulari che si estendono » longitudinalmente lungo la faccia superiore. Si osserverà » che questo presenta la miglior forma per resistere alla » forza *incurvante* o schiacciante, la quale in tutti i casi » erasi manifestata negli esperimenti precedenti. Avendo » caricato questo tubo con pesi crescenti, esso alla fine » cedette staccandosi i lati dalle lamine superiore ed in» feriore quasi in un punto, nell'istante medesimo che » l'ultimo peso di 22 469 libbre fu soprapposto. Il grande » aumento di forza mostrato da questo esperimento è molto » soddisfacente; e purchè questi fatti sieno debitamente » apprezzati nella costruzione del ponte, essi condurranno » senza dubbio, ad equilibrare le due forze di tensione » e di compressione (12). »

---

(12) Questi esperimenti sopra tubi con cellule (*fins*) sulla parte superiore, o con questa parte corrugata, indussero per la prima volta il sig. Fairbairn a proporre la disposizione cellulare nella parte superiore de' grandi tubi.

» I risultamenti qui ottenuti sono tanto importanti per « questa ricerca e per farci conoscere la resistenza dei » materiali in generale, che io ho creduto essenziale in » questo cenno abbreviato, di richiamare l'attenzione so- » pra fatti d' immenso valore, per la opportuna e giu- » diziosa applicazione e distribuzione del materiale nella « costruzione proposta. La resistenza o la leggerezza sono » oggetti di molta importanza, e le circostanze notate di » sopra meritano bene l' attenzione del matematico e del- » l' ingegnere. »

» Per ora noi dobbiamo considerare non solo la debita » e perfetta proporzione fra la parte superiore e la infe- » riore del tubo, ma anche la solida unione de' lati con » quelle parti, onde ottenere la necessaria rigidezza, e » far sì che il tutto si mantenga nella sua forma. Que- » ste considerazioni richiedono attenzione; e fino a che » non sieno fatti altri esperimenti, e probabilmente qual- » cuno di questi dovrà farsi sopra una scala più grande, » sarebbe rischioso il pronunziare alcun definito giudizio » in quanto alle proporzioni delle parti, e l' agguaglia- » mento delle forze tendenti ad alterare la struttura. Per » quanto la nostra conoscenza si estende, e giudicando » dagli esperimenti già compiuti, io azzarderei di soste- » nere che un ponte tubulare possa esser costrutto, di » forza e dimensioni tali da corrispondere con perfetta » sicurezza all' oggetto di far passare una strada ferrata » sullo stretto ». . . « e sebbene le catene di sospensione » possano dapprima riuscire utili nella costruzione, sarebbe » però molto sconveniente il volerne fare un sostegno prin- » cipale pel ponte. In ogni caso io son d'avviso che i tubi » debbano farsi robusti abbastanza per sostenere non » solo il loro proprio peso, ma oltre di questo 2000 ton- » nellate distribuite egualmente sulla superficie della piat- » taforma; cioè un carico decuplo di quello che potranno » mai dover sostenere. Nel fatto dovrebbesi fare una gi- » gantesca trave vota di lamine di ferro, di sufficiente » solidità e rigidezza per sostenere que' pesi; e purchè le » parti sieno ben proporzionate e le lamine conveniente- » mente ribadite, si possono toglier via le catene dal » ponte, e lasciarlo come un utile monumento dell'ener- » gia e dello spirito intraprendente del secolo nel quale » esso fu costrutto (1). »

Da ciò apparisce che sin da quell' epoca il sig. Fairbairn avea già determinato di fare a meno delle proposte catene ausiliarie.

Nel quadro seguente si sono scelti da'precedenti taluni degli esperimenti fatti sopra ciascuna delle tre forme dei tubi, e si sono disposti in colonne corrispondenti onde mostrare la proporzione fra l' area della sezione trasversale, la quantità del metallo, ed il peso producente la rottura di ciascun tubo. I tubi sonosi scelti sotto il rapporto della loro simile lunghezza; quelli degli esperimenti 1, 2 e 10 essendo lunghi 17 piedi e gli altri 17 piedi e 6 pollici. La quantità relativa del metallo si è ottenuta moltiplicando semplicemente il perimetro di ciascuna sezione per la grossezza delle lamine adoperate, in pollici e parti decimali.

	NUMERI DEGLI ESPERIMENTI.	DIAMETRI.		AREA.	METALLO.	PESO PRODUCENTE LA ROTTURA.	PROPORZIONE DEL METALLO AL PESO PRODUC. LA ROTTURA
		pollici.		pollici.	pollici.	libbre.	
Tubi cilindrici.	1	12.00		112.1	1.02	2 704	1 a 265
	2	12.18		116.5	1.57	3 040	1 a 194
Tubi ellittici.	10	14.62 / 9.25		106.2	1.61	2 100	1 a 130
	11	15.00 / 9.75		114.9	5.68	15 000	1 a 264
		altezza	lungh.				
		poll.	poll.				
Tubi quadrati.	15	. .	. .	. .	2.88	3 738	1 a 130
	16	9. 6	9. 6	92.16	4.77	8 273	1 a 173
	17				3.52	3 788	1 a 108
	18	. .	. .	. .	3.52	7 148	1 a 203
Tubi rettangolari.	19	18.25	9.25	168.81	4.14	6 812	1 a 164
	20				4.14	12 188	1 a 294

(1) V. pag. 71.

Gli esperimenti del sig. Fairbairn furono così ridotti dal ig. Hodgkinson :

Tubi cilindrici. — La resistenza di un tubo cilindrico ıoggiato agli estremi e caricato nel mezzo, è espressa dalla ırmola:

$$w = \frac{\pi f}{al} (a^4 - a'^4) ,$$

ıella quale l è la distanza fra gli appoggi , a ed a' il aggio del cerchio esterno e dell' interno, w il peso producente la rottura, f lo sforzo esercitato sull' unità di superficie , come un pollice quadrato , nella parte superiore e nella inferiore , in conseguenza del peso w , $\pi = 3.14159$.

Da questa formola noi otteniamo :

$$f = \frac{w\ la}{\pi\ (a^4 - a'^4)} .$$

Essendo conveniente il conoscere lo sforzo f che il metallo sostiene per ogni pollice quadrato , nella faccia superiore e nella inferiore del tubo, nell'istante che ha luogo la rottura , se ne può ottenere il valore da ciascuno degli esperimenti del sig. Fairbairn ; il valore di w contenendo oltre il peso del quale il tubo è caricato nel momento della rottura, la pressione del peso proprio del tubo fra gli appoggi , pressione equivalente alla metà di questo peso. Calcolando i risultamenti si ha.

Per l'esperimento	1.	$f = 33426$	Medio 29 887 libbre = tonnellate 13.34
»	2.	$f = 33456$	
»	3.	$f = 35462$	
»	4.	$f = 32415$	
»	5.	$f = 30078$	
»	6.	$f = 33869$	
»	7.	$f = 22528$	
»	8.	$f = 25095$	
»	9.	$f = 22655$	

La rottura ebbe luogo in tutti i casi o cedendo il tubo nella parte superiore , o lacerandosi lungo i buchi delle ribaditure : ciò accadde , per un medio , come apparisce di sopra , quando il metallo era sottoposto ad uno sforzo di tonnellate $13^1/_3$ a pollice quadrato , o a poco più della metà della sua intiera resistenza alla tensione.

Tubi ellittici. — Il valore di f in un tubo ellittico rotto nel modo sopra indicato (l'asse maggiore essendo verticale) è espresso della formola

$$f = \frac{wla}{\pi (ba^3 - b'a'^3)}$$

nella quale a ed a' sono il semiasse maggiore esterno e l'interno , b e b' il semiasse minore esterno ed interno , e le altre lettere hanno lo stesso significato precedente , w contenendo in tutti i casi la presssione prodotta dal peso del tubo. Calcolando i risultamenti dagli esperimenti del sig. Fairbairn si ha:

Per l' esperimento	13.	$f = 36938$	Medio 37 0 89 libbre=tonnellate 16.55.
»	12.	$f = 29144$	
»	17.	$f = 45185$	

Tubi rettangolari. — Se in un tubo rettangolare adoperato come una trave , le grossezze delle lamine superiori ed inferiori sono eguali , e le lamine laterali sono di una grossezza qualunque , si ha:

$$f = \frac{3\ wld}{2(bd^3 - b'd'^3)}$$

in cui d e d' sono l' altezza esterna e la interna , b e b' la lunghezza esterna e la interna, e le altre lettere hanno lo stesso significato precedente. L' esperimento n°. 15 del sig. Fairbairn dà per riduzione :

$$f = 18495 \text{ libbre} = \text{tonnellate } 8.2566.$$

Ciò è però molto al disotto del valore che danno taluni fra gli esperimenti miei proprî , come si vedrà in appresso,

Il valore di f, che rappresenta lo sforzo esercitato sulla parte superiore e sulla inferiore del tubo , allorchè questo si rompe, è la quantità di forza che il materiale può soffrire per ogni pollice quadrato prima che esso sia schiacciato nella parte superiore o lacerato nella inferiore. Ma delle lamine sottili di ferro prendono una forma corrugata con una pressione molto minore di quella che è necessaria a lacerarle , e quindi il valore di f , ottenuto dagli esperimenti precedenti , è in generale la resistenza del materiale allo schiacciamento, e sarebbe stato così in ogni caso se le lamine della parte inferiore (sottoposte alla tensione) non fossero state indebolite dalle ribaditure. Gli esperimenti fatti da me furono diretti a due oggetti :

1°. A ricercare sino a qual punto il valore di f sarebbe alterato cambiando la grossezza del metallo , rimanendo le stesse le altre dimensioni del tubo.

2°. Di ottenere la solidità di tubi precisamente simili ad altri determinati, ma proporzionalmente minori in tutti le loro dimensioni, come lunghezza, altezza e spessezza di lamine , onde potere argomentare da una grandezza all' altra intorno alla solidità , con maggior certezza di quella avuta finora.

Esperimenti sopra tubi rettangolari

Lungh.		Altezza.	Larghezza.	Distanza fra gli appoggi.		Peso.		Ultima flessione osservata.	Peso corrispondente.	Peso producente la rott.	Valore di *f* per lo schiacciamento	Grossezza delle lamine.
piedi	poll.	pollici.	pollici.	piedi.	poll.	quintali	quarti	pollici.	pollici.	tonnellate.	tonnellate.	tonnellate
31	6	24	16	30	0	44	3	0.525	3.03	56.3	57.50	19.17
31	6	24	16	30	0	24	1	0.272	1.53	20.3	22.75	14.47
31	6	24	16	30	0	10	1	0.124	1.20	5.04	5.53	7.74
						libbre.	once.			libbre.	libbre	
8	2	6	4	7	6	78	13	0.132	0.66	9416	9976	23.17
8	2	6	4	7	6	38	11	0.065	0.32	2696	3156	15.31
8	2	6	4	7	6							
4	2 1/8	3	2	3	9	10	12	0.061	0.435	2464	2464	24.56
4	3 1/4	3	2	3	9	4	15	0.030	0.130	560	672	13.42

Un altro oggetto che non fu più a lungo investigato, era la ricerca della opportuna proporzione del metallo nella parte superiore e nella inferiore del tubo. Molto ancora rimane a fare intorno a ciò. Nelle tre serie di esperimenti fatti, i tubi erano rettangolari, e le loro dimensioni e gli altri valori sono quelli notati di sopra.

» Il tubo situato in primo luogo in ciascuna serie s'intende esser proporzionale in ciascuna delle dimensioni » principali, come distanza fra gli appoggi, larghezza » altezza e spessezza di metallo, e nel calcolo si è te» nuto conto di talune variazioni. Così i tre primi tubi » di ciascuna serie s'intendono esser simili, e nello stesso » modo degli altri tubi, ec. »

» Ponendo mente al peso che produce la rottura de' » tubi che variano solo nella spessezza delle lamine, » noi troviamo una forte diminuzione di solidità ne' più » sottili; ed i valori di *f* mostrano che in questi (la gros» sezza delle lamine essendo di 0.525, 0.272 e 0.124 » di pollice) la resistenza per pollice quadrato è rispetti» vamente di tonnellate 19.17, 14.47 e 7.74. I pesi » producenti la rottura qui adoperati non contengono la » pressione prodotta dal peso della trave »

» il valore di *f* è d'ordinario costante quando si tratta » della resistenza di corpi di natura uniforme, e rappre» senta la resistenza del materiale alla tensione; ma ap» parisce da questi esperimenti che esso varia ne' tubi e » rappresenta la loro resistenza all'incurvamento. Ciò di» pende dalla spessezza del materiale ne' tubi, allorchè » l'altezza o il diametro è lo stesso; ovvero da quella » spessezza divisa per l'altezza, allorchè questa varia. » La determinazione del valore di *f*, che può solo otte» nersi per mezzo di esperimenti, forma il principale » ostacolo allo stabilimento di una formola per la resi» stenza de' tubi di ogni forma. »

» Nell' ultimo quadro di esperimenti, i tubi furono fatti » in modo da diminuire o evitare le anomalie introdotte » dalle ribaditure, onde render meglio evidenti le pro» prietà ricercate. Perciò i risultamenti sono alquanto » più elevati di quelli che si otterrebbero con le ribadi» ture applicate nel modo ordinario. »

» Il tubo di 31 piedi e 6 pollici di lunghezza, 24 quin» tali ed un quarto di peso, e 0.272 di pollice di gros» sezza di lamine, si ruppe schiacciandosi nella parte su» periore, con tonnellate 22.75. Questo tubo fu quindi » raddirizzato e si sostituì alla sua parte superiore indebo» lita un'altra di una spessezza data, e che io ricavai » da'calcoli; ed il risultamento fu, che con una piccola » aggiunzione di metallo, applicato nella opportuna pro» porzione alla parte più debole, il tubo fu accresciuto » in solità da tonnellate 22.75 a 32.53; e la parte supe» riore e la inferiore si ruppero contemporaneamente. »

Pe' particolari di questi e de' seguenti esperimenti che sono troppo estesi per essere qui introdotti, ci riportiamo all' elaborata opera del sig. Fairbairn su' ponti tubulari di Britannia e Conway, dove essi si trovano insieme ad una corrispondenza molto interessante, nella quale è narrata l'intiera storia de'procedimenti ed è presentata la riduzione degli esperimenti (m).

(m) Questa corrispondenza è quella della quale trovasi un estratto nell' articolo tratto dall' *Artizan*, pag. 20 e 66.

SEZIONE VII.

Descrizione del ponte Britannia. — Fabbrica. — Torre Britannia. — Torri e spalle di Anglesea e Caernarvon. — Disposizione per la costruzione de' tubi. — Tubi principali e tubi di terra.—Descrizione della loro costruzione. — Palchi ed armature di servizio. — Disposizione per far galleggiare i tubi. — Pontoni. — Sollevamento de' tubi principali. — Torchio idraulico. — Connessione de' tubi nelle torri. — Ponte di Conway.

Avendo nella precedente sezione dato un cenno degli sperimenti preliminari fatti su' tubi di ferro battuto, ci rimane ora a descrivere le costruzioni eseguite sul fiume Conway e sullo stretto di Menai, ed a mostrare il modo ammirabile col quale il materiale è stato disposto onde ottenere la necessaria forza e rigidezza in ponti di così vasta estensione, destinati a sostenere il gran peso ed il momento de' convogli di una strada ferrata.

Di questi ponti, quello sul Conway fu il primo costrutto ed era già un saggio di grandioso successo pel progetto e per la esecuzione; ma siccome il ponte Britannia lo sorpassa di molto in dimensioni, e contiene lavori simili sopra una scala più estesa, oltre di altri che non sono occorsi nel ponte di Conway, così noi abbiamo creduto più opportuno di qui dare i particolari di quella struttura, additando le differenze che sono fra essa e l'altra più piccola.

Le due sponde dello stretto di Menai, opposte allo scoglio Britannia, e nel punto che il sig. Stephenson scelse pel passaggio, sono alquanto differenti pel loro carattere e pel loro contorno. Dal lato di Caernarvon la sponda si eleva subitamente dal margine dell' acqua e continua con una lieve inclinazione, così che una linea orizzontale che passasse ad un' altezza di cento piedi da quel livello, stendendosi per circa 400 piedi dentro terra dal margine suddetto, si troverebbe per pochi piedi soltanto al disopra della superficie naturale del suolo. Dal lato di Anglesea la superficie dello scoglio si estende per una larghezza considerabile, ed alla distanza di circa 250 piedi dal margine dell' acqua questa superficie troverebbesi da 80 a 90 piedi inferiore alla linea soprammentovata. Ne viene per conseguenza, che l' argine necessario per continuare la strada ferrata dall' estremo del ponte dal lato di Anglesea è molto più alto e molto più lungo di quello necessario dal lato di Caernarvon.

Lo scoglio Britannia, che sorge dal fondo dello stretto, verso il mezzo della sua larghezza, è coperto alle alte maree da 10 piedi di acqua, ed alle basse si eleva per circa 10 piedi dal loro livello, essendo l'altezza ordinaria della marea di circa 2[illegible] piedi Su questo scoglio si è eretta una grandiosa torre di fabbrica, e ad una distanza di 460 piedi da questa, al limite del passaggio dell' acqua, si è edificata da ciascun lato un' altra torre. Ad una distanza di 230 piedi da ciascuna di questi torri si è costrutta una spalla continua di fabbrica, lunga 176 piedi, e le estremità posteriori di queste spalle costituiscono i termini del ponte. La fabbrica dell' edifizio si compone dunnque così:

Spalla di Anglesea.	Torre di Anglesea.	Torre Britannia.	Torre di Caernarvon.	Spalla di Caernarvon.

I lati di questi cinque stupendi massi di fabbrica sono inclinati o formati con una scarpa piana, per mezzo della quale l' estensione delle parti superiori è diminuita, ed una maggior solidità è data al masso, con una corrispondente dignità nel carattere del disegno. Queste opere sono delle seguenti dimensioni generali.

Torre Britannia. — Questa torre è di 62 piedi per 52 e 5 pollici alla base, che riduconsi per mezzo della scarpa a 55 piedi per 45 piedi e 5 pollici, all' altezza di 102 piedi dal livello delle aque alte, alla quale altezza i tubi vi passono attraverso. Un plinto si estende intorno alla base di questa e delle altre torri; mentre la sua altezza al disopra del livello delle acque alte è di 200 piedi, o circa 230 piedi dal piano della fondazione nello scoglio. La pietra usata per la parte esterna di questa e delle altre torri e delle spalle, è una pietra calcare di qualità solida e durabile, conosciuta sotto il nome di *marmo di Anglesea* che si cava a Penmaen, sulla spiaggia e presso l' estremità nord est dell'isola, e di cui si ricavano pezzi di grandi dimensioni, taluno de' quali pesa da 10 a 14 tonnellate. L' interno di questa torre e delle altre fabbriche è costrutto di un gres rosso, tenero e facile a lavorarsi, che si cava a Runcorn nella Contea di Chester, ed è durabile per lavori interni. Il volume della torre, se essa fosse da per tutto massiccia, sorpasserebbe i 575 000 piedi cubici, ma essa è costrutta con camere o spazî voti, e la quantità di pietra che si dice esservi stata adoperata è 148 625 piedi cubici di pietra calcare, e 144 625 piedi cubici di gres. Il peso totale della fabbrica della torre è di circa 20 000 tonnellate, e nell' interno di essa sono murate circa 387 tonnellate di ferro fuso, in travi e travicelli. I due disegni della fig. 20, tav. XI possono dare una idea chiara delle sue proporzioni e dell' aspetto generale; il primo di essi mostra l' alzato sulla faccia del ponte, con una porzione del tubo sporgente da ciascun lato, e l' altro l' alzato trasversale alla direzione della strada ferrata con le aperture pel passaggio di tubi.

Le fondazioni furono fatte, e la fabbrica sino al livello delle acque alte fu costrutta, durante gl' intervalli della marea, senza adoperare alcuna cassa; e così taluni mesi furono occupati a porre il primo filare, che fu cominciato in maggio 1846. I palchi usati per questa e per altre parti de' lavori erano formati da intere colonne o pali di legno, uniti insieme per mezzo di staffe di ferro

e perni, laddove n' era mestieri, e legate con mezze travi diagonali che connettevano le colonne verticali. Dei pezzi squadrati di legno erano disposti orizzontalmente sulla cima delle colonne; e su questi pezzi erano fissate delle rotaie, sulle quali si faceano scorrere in ambedue le direzioni delle grue mobili onde tirare le pietre da' bastimenti, elevarle all' altezza necessaria e deporle esattamente nel sito destinato. Le pietre di tutta la fabbrica sono state lasciate con le facce di cava, o ruvide, eccetto negli angoli, dove sono lavorate a squadro, e nelle ritratte e nel cornicione superiore, dove sono lavorate a superficie piana.

Torri di Anglesea e Caernarvon. — Queste torri hanno alla base le stesse dimensioni della torre Britannia, cioè 62 piedi per 52 e 5 pollici, che si riducono per la scarpa a 55 piedi per 32, al livello della parte inferiore de' tubi; l' altezza dal livello delle acque alte è 190 piedi, o 10 piedi meno della torre Britannia. Nel disegno architettonico e nell' aspetto generale queste torri somigliano esattamente a quella di Britannia, e si dice che esse contengano 210 tonnellate di ferro fuso in travi e travicelli.

Spalle di Anglesea e Caernarvon. — Le spalle del ponte sono anch'esse costrutte a scarpa come le torri o pile, sono lunghe 176 piedi e la loro larghezza è corrispondente a quella delle torri, cioè di 55 piedi al livello della parte inferiore de' tubi. Le parti di queste spalle che sono di altezza maggiore, e nella quale sono poggiati gli estremi de' tubi, sono continue per tutta la larghezza della strada ferrata, formando nel fatto anch' esse delle torri complete, di minore altezza ma simili nel resto alle già descritte. Il rimanente delle spalle medesime è costrutto in fabbrica di pietra all' esterno, ma nell' interno è formato con muri longitudinali e trasversali ed archi intermedî di mattoni. Sopra i due spazî paralleli formati fra i muri longitudinali, corrispondenti alle due linee di rotaie, sono fissate delle travi di ferro fuso per sostenere la strada. Le continuazioni delle spalle sono sormontate da parapetti di solida fabbrica e di altezza considerabile, ciascuno de'quali termina all'estremo del ponte con un piedestallo sporgente, sul quale un leone coricato di stile egiziano, e di dimensioni colossali, guarda il visitatore che si avvicina, e sembra custodire l' ingresso della maravigliosa costruzione di ferro cui volge il tergo. Ciascuno di questi leoni è formato di undici pezzi di pietra calcare, ed è lungo 25 piedi ed alto 12, pesando circa 30 tonnellate. Il riposo e la dignità sono abilmente espressi nel loro aspetto, e questi leoni sono probabilmente, per più di un riguardo, *la più grande* delle opere che l'abile scalpello del sig. Thomas sia destinato a produrre.

I quattro spazî, fra la torre Britannia e le altre torri e fra queste e le spalle, sono, come si è già detto, di due dimensioni; cioè due di 460 piedi, e due di 230. Essi sono destinati a venir cavalcati da' tubi; e siccome ciascun tubo serve per una sola linea di rotaie, così ne occorrono otto; cioè quattro di 460 piedi di lunghezza netta, e quattro di 230 piedi, de' quali i soli quattro più lunghi passano sopra l'acqua, mentre i più corti soprastanno alla spiaggia. Per questi ultimi si sono eretti de' palchi, su' quali i tubi sonosi costrutti nella posizione dove doveano rimanere; ma i quattro tubi principali si sono costrutti su piattaforme di legno sulla spiaggia, e condotti sopra battelli a fondo piatto, o pontoni, sino alle torri, ed ivi deposti, ed in seguito elevati al sito destinato, a 102 piedi sopra il livello delle acque alte, per mezzo di torchi idraulici. Con questa disposizione si è evitata ogni sorta di ponti di servizio a traverso lo stretto, e l' ingombramento (della sola metà del canale per volta) si è limitato al breve tempo richiesto per alzare ciascun tubo dalla base delle torri.

Palchi per la costruzione de' tubi di terra. — Questi palchi sono costrutti di interi pezzi di legno connessi mediante mezze travi, nel modo indicato di sopra. Le figure 1 e 2, tav. XII, mostrano il modo come queste sono disposte dal lato di Anglesea, dove la posizione più bassa della spiaggia richiede de' palchi di maggiore altezza totale che non ne è necessaria dal lato di Caernarvon. Delle colonne o pali verticali di maggiore o minore lunghezza, secondo le ineguaglianze della superficie di scoglio della spiaggia, sono dapprima assicurati nel loro posto, e sopra questi sono situati de' correnti orizzontali, messi in direzione perpendicolare alla lunghezza del ponte. Su questi correnti sono disposte delle piane orizzontali, a tale distanza da essi da permettere d' introdurre delle zeppe sotto i pali superiori, e così provvedere i mezzi di disporre le piane superiori ad un livello eguale, sebbene i correnti più bassi possano essere smossi dal loro livello per la pressione di sopra, o per qualche cedimento accidentale della spiaggia inferiore. Queste piane sono tutte formate da travi delle massime dimensioni, da 16 a 18 pollici di larghezza su ciascuna faccia. I pali superiori sono elevati sopra queste piane e disposti ad intervalli tali da dare a ciascuna parte della impalcatura la forza necessaria onde resistere all' enorme peso de' tubi durante la loro costruzione. Questo peso è di oltre a 1300 tonnellate, ovvero, prendendo 15 piedi per la larghezza di ciascuno tubo e 230 piedi per la sua lunghezza, l' area superficiale coperta da ciascuna de'due tubi paralleli sopra ciascuna impalcatura è di 6900 piedi, così che il peso de' tubi (oltre quello del palco, degli uomini, degli istrumenti, ec.) è eguale ad una pressione di quintali 3 $^3/_4$ sopra ciascun piede quadrato della piattaforma. I pali verticali sono connessi ad intervalli da catene orizzontali di simili dimensioni, da 12 a 15 pollici in quadro, e rinforzati da saettoni inclinati, oltre di fasce diagonali e longitudinali di legno di mezza grossezza. Sulle teste de' pali sono disposti degli archi-

ivi longitudinali e de' travicelli trasversali, e su que- è disteso un solido tavolato, formante una piattaforma ntinua, sulla quale sono messi trasversalmente de'pezzi giustati con cura per servir da appoggi alle lamine di ıdazione de' tubi, e su' quali l'intero lavoro è eseguito.

Palchi e Piattaforme per la costruzione de'tubi principali, ifici ec.—Il sito per la costruzione de' quattro tubi principali, ciascuno de' quali è lungo 472 piedi (essendovi da ıscun lato una lunghezza di 6 piedi per l'appoggio, oltre lunghezza netta di 460 piedi) fu scelto all'estremo della iaggia dal lato di Caernarvon, ed al sud del ponte. Uno azio intermedio venne occupato da uffizî ed officine; e lla parte più elevata del suolo furono costrutte delle baacche di legno per circa 500 operai. Perchè la costruone de' quattro tubi potesse procedere contemporaneaente, fu preparata una serie di quattro solidi palchi etti sopra pali, ed una piattaforma continua da un eremo all' altro del sito destinato a questa costruzione. impalcatura fu estesa ancora verso terra, in modo da esentare spazio per molti opificî, macchine a vapore, covvisioni di corde, ec.

In questi opificî trovavansi delle macchine per forare e gliare le lamine, e preparare le diverse parte de' tui, oltre di morse, tornî, ec., e tutti gli strumenti neessarî per gli operai. La fig. 3, tav. XII, darà un' idea el sistema d' impalcatura e di piattaforma per ciascuno e' grandi tubi, che consiste in pali verticali e saettoni on travicelli e correnti sulla loro cima, e coperti da sodo tavolato. A ciascun estremo del palco fu costrutta na pila di fabbrica, che si estendeva sotto l' estremità i ciascun tubo per la lunghezza di 6 piedi. Quando ciacun tubo è compiuto, la piattaforma viene rimossa, ed l tubo trovasi interamente sostenuto su queste pile estreme, e con questo mezzo si può immediatamente scorgere a flessione prodotta nel tubo dal proprio peso, e possono notarsi le variazioni giornaliere, se ve ne sono. In lirezione parallela a ciascun tubo, e della parte esterna, ono disposte due rotaie, sulle quali si pone un palco mobile per mezzo di argani e largo ed alto abbastanza per passar sopra il tubo. Nella parte superiore di questo una piccola grue mobile sopra ruote può attraversare tutta la larghezza dell'opera, e così applicarsi ad elevare le lamine ed i materiali in ogni parte di questa. Simili palchi e grue mobili sono stati ancora adoperati nella costruzione de' tubi di terra, e de' fornelli portatili accompagnano gli operai impiegati nella ribaditura, nel progresso della costruzione de' tubi.

Tubi, loro dimensioni e costruzione — I quattro tubi separati, che formano ciascuna linea di via del ponte, saranno allorchè l' opera sarà compiuta (n) uniti insieme, così che invece di otto tubi separati, non vi saranno che due tubi paralleli ciascuno di 1513 piedi di lunghezza, o circa $^2/_7$ di miglio. A questo oggetto delle piccole porzioni di tubo sono costrutte nelle torri, che unite in ultimo co'pezzi principali formeranno ciascun tubo compiuto e continuo della lunghezza sopra indicata. Le porzioni di tubo che debbono occupare le torri di Anglesea e Caernarvon vengono costrutte sulle impalcature a ciascun estremo, e dopo che i tubi principali sono elevati al loro posto, queste porzioni vengon tratte innanzi ad incontrarli e sono connesse co'medesimi nel modo opportuno. Gli spazî così lasciati voti fra le porzioni avanzate nel modo indicato ed i tubi di terra, sono quindi riempiute colla costruzione di altre porzioni intermedie di tubi, ed il tutto è connesso insieme. Onde provvedere alle variazioni di lunghezza prodotte da'cambiamenti di temperatura in questi tubi (13), ciascuno di essi è fissato nel mezzo, cioè nel centro della torre Britannia, ma è lasciato perfettamente libero di accorciarsi o distendersi per tutta la sua lunghezza, essendo soltanto sostenuto sopra cilindri di ferro fuso, nel sito dove attraversa ciascuna delle torri e delle spalle. Fra le variazioni ordinarie del termometro, questo cambiamento di lunghezza sarà probabilmente eguale a 12 pollici, producendo cioè un movimento di 6 pollici in ciascuna metà del tubo. La forma della sezione trasversale del tubo è da per tutto rettangolare, ed i lati di esso sono perfettamente paralleli, cioè la sua larghezza è uniforme da un estremo all' altro, ma l' altezza varia leggiermente. L' altezza esterna è di 30 piedi nel centro della torre Britannia, e riducesi a 22 piedi e 9 pollici agli estremi nelle spalle, la faccia inferiore essendo orizzontale, ma la superiore conformata secondo una curva parabolica, la cui freccia è così uguale alla differenza delle altezze, cioè 7 piedi e 3 pollici. L'altezza libera interna è ridotta per la forma della costruzione, come appresso diremo, a 26 piedi nel centro, e 18 piedi e 9 pollici agli estremi. La larghezza esterna è di 14 piedi ed 8 pollici, ridotta per la costruzione a 14 piedi all'interno delle lamine; dalla qual larghezza debbono ancora dedursi 7 pollici per le costole, rimanendo una larghezza libera di 13 piedi e 5 pollici per la strada ferrata nell' interno.

La fig. 4, tav. XII che rappresenta una sezione tra-

(n) È d' uopo avvertire che nell' epoca in cui fu scritta la presente memoria non si era compiuto e messo in opera che un solo de' tubi principali, come si vedrà in seguito.

(13) Apparisce dagli esperimenti del fu professore Daniell, riportati nelle *Philosophical Transactions* del 1831, che una variazione di 76 gradi Fahrenheit (gradi 19. 5 Reaumur) produce in una spranga di ferro malleabile un cambiamento eguale alla duemillesima parte della sua lunghezza.

sversale di uno de' tubi, mostra la forma generale della loro costruzione. La copertura de' tubi consiste in lamine di ferro malleabile, connesse insieme con ribaditure, con costole di ferro a T ed a L, oltre di fasce di ferro a spranghe piatte sulle ribaditure. Le parti superiore ed inferiore de' tubi sono rinforzate per mezzo di cellule longitudinali interne, delle quali otto sono nella parte superiore e sei nella inferiore. Il numero maggiore di queste cellule, e la quantità corrispondentemente accresciuta del metallo nella parte superiore del tubo, dà a questa parte maggiore robustezza onde resistere all'incurvamento o alla piegatura, che il peso tende a produrre, come apparisce dagli esperimenti.

Le lamine sono di varie dimensioni e grossezze. Quelle che formano i lati diminuiscono in grossezza dagli estremi verso il mezzo del tubo; e quelle che formano la parte superiore e la inferiore sono accresciute nella stessa direzione seconda una scala accuratamente deteminata per le diverse porzioni successive della lunghezza del tubo (14). Le lamine de' lati sono lunghe alternativamente 6 piedi e 6 pollici ed 8 piedi e 8 pollici, e tutte sono larghe 2 piedi. Esse sono disposte verticalmente, così che le giunture si presentano ad ogni 2 piedi, e sono grosse $^1/_2$ pollice nel mezzo della lunghezza del tubo, e $^5/_8$ di pollice agli estremi. Le lamine della parte superiore sono tutte lunghe 6 piedi, larghe 1 piede e 9 pollici, e variano in grossezza da $^5/_8$ di pollice, agli estremi del tubo, a $^3/_4$ di pollice, nel mezzo. Le lamine della parte inferiore sono di dimensioni molto maggiori, essendo lunghe 12 piedi e larghe 2 piedi e 4 pollici; queste sono messe a due foglie, ciascuna delle quali è di $^7/_{16}$ di pollice di grossezza agli estremi dell'intero tubo e di $^9/_{16}$ di pollice nel mezzo de' tubi principali. La differenza di larghezza delle lamine della parte superiore e della inferiore è cagionata dalla differenza nel numero delle cellule in queste due parti del tubo, essendo 1 piede e 9 pollici la larghezza di ciascuna delle otto cellule superiori, e 2 piedi e 4 pollici quella di ciascuna delle sei cellule inferiori. Tutte le giunture sono fatte in modo che le lamine si toccano l'una con l'altra negli orli senza sopprapporsi. Le commessure orizzontali agli estremi delle lamine sono coperte da piastre di ferro sopra ambedue le facce, e questo modo di ribaditura e di rinforzamento è adottato da per tutto.

La fig. 5, tav. XII, mostra l'alzato laterale di una parte del tubo e la disposizione delle lamine, colle fasce di copertura sulle commessure estreme o orizzontali delle lamine, e le larghe piastre di copertura sulle commessure delle lamine formanti i lati delle cellule superiori ed inferiori.

La fig. 6, mostra la pianta di una porzione della faccia superiore del tubo, colle commessure delle lamine alternate le une colle altre e rinforzate da fasce di copertura. Le commessure delle fasce di unione longitudinali sono anch'esse rinforzate da altre piastre fissate sopra di esse.

I *telai* verticali interni, sopra i quali sono fissate le lamine, sono principalmente di ferro T. Le costole che li formano sono piegate ed angoli retti agli estremi e si estendono per circa 2 piedi lungo le lamine delle parte superiore e della inferiore dello scompartimento principale del tubo. Le lamine formanti i lati del tubo s'incontrano con gli orli sul centro della costola, ed un'altra costola simile essendo fissata all'esterno nella posizione opposta, il tutto è solidamente ribadito. In quelle parti del tubo che passano attraverso alle torri, la sua larghezza esterna è ridotta, col sostituire delle spranghe di ferro piatto alle costole esterne di ferro T. Le commessure verticali dei tubi principali sono rinforzate per circa 60 piedi a ciascuno degli estremi da una solida lamina di 9 pollici di larghezza, che passa ad angolo retto fra gli orli delle lamine del tubo, ed è connessa con queste, mediante ribaditure fatte a traverso di quattro ferri ad L, messi negli angolari rientranti. Ciascuna sesta costola, per tutti la lunghezza, è rinforzata da una lamina addizionale, nell'interno, che va ad incontrare l'orlo della costola di ferro T, ed è fermamente connessa per mezzo di ribaditure e piastre laterali. Le figure da 7 ad 11 della tavola XII mostrano le sezioni delle costole di ferro adoperate, ed i diversi modi di formare i telai.

La fig. 7 rappresenta le sezioni de' ferri a T ed a L usati per le costole. Il primo, T, è largo 5 pollici sulla piastra superiore ed alto pollici $3^1/_2$; l'altro, L, è di pollici $3^1/_2$ in ambedue i lati.

La fig. 8 mostra il sistema di unione usato nel connettere le lamine laterali nell'interno delle torri; S, S sono le lamine laterali del tubo, P è la lamina di copertura esterna; e T la costola interna.

La fig. 9 mostra l'ordinaria disposizione delle costole e delle lamine laterali; S, S, sono le lamine laterali del tubo, OR è la costola esterna di ferro T, ed IR l'interna.

La fig. 10 rappresenta la disposizione di 3 delle commessure verticali a ciascuno estremo de' tubi principali, mostrando la lamina centrale, contro la quale sono adattati gli orli delle lamine laterali, con le quattro costole di ferro L negli angoli, il tutto solidamente ribadito.

La fig. 11 mostra la disposizione adottata per ciascuna sesta costola verticale, o ad ogni 12 piedi di distanza, per tutta la lunghezza de' tubi principali; S S sono le lamine laterali del tubo; T, la costola esterna di ferro T, A A le piastre di lamina di ferro; e B, B le lamine di riempimento fra queste.

(14) Pe' particolari di questa scala dobbiamo riferirci all' opera già mentovata del sig. Fairbairn, *Conway and Britannia Tubular Bridges, by Wm. Fairbairn, C. E. Weale, 1849.*

La fig. 12 è una veduta in prospettiva di una parte di a delle ordinarie commessure verticali, che mostra una rzione delle due lamine laterali che s' incontrano nel ntro delle costole interne ed esterne. Questa figura fa vere ancora il modo nel quale le commessure delle costole ferro a T sono rinforzate da pezzi laterali di ferro ad e ribadite a traverso di questi.

Gli angoli dello scompartimento principale di ciascun bo sono consolidati da pezzi triangolari o squadre di mine di ferro, ribaditi attraverso alle costole di ferro T, come si scorge nella fig. 4. Queste squadre sono di maggori dimensioni in ogni sesta costola, essendo di circa piedi in altezza, ed 1 piede e 9 pollici in larghezza.

Le cellule sono formate da divisioni di lamiere di ferro nite colle lamine superiori ed inferiori, per mezzo di ostole orizzontali di ferro L, adattate negli angoli e solimente ribadite. Il ferro L usato a questo oggetto nelle ellule superiori pesa 45 libbre per yardo, e quello delle ellule inferiori 27 libbre per yardo. Gli orli superiore ed nferiore delle lamine orizzontali formanti le cellule sono ibaditi a traverso di ferri ad L messi negli angoli.

Le rotaie della strada ferrata sono sostenute ne'cuscinetti opra pezzi continui longitudinali di legno, che poggiano sora pezzi di ferro ad L rovesciati con lo spigolo in sopra ribaditi attraverso di lamine di ferro larghe 9 pollici e nesse in taglio, fissate attraverso il tubo ad intervalli, d assicurati alle costole verticali di ferro T ed alle lamine formanti le cellule superiori ed inferiori.

Ribaditure. — I chiodi da ribadire sono di un pollice di diametro e disposti a filari. Gli spazî fra i centri le'chiodi sono di 3 pollici nelle ribaditure verticali e di 4 pollici in quelle orizzontali. I chiodi sono riscaldati in fornelli portatili, che vengon mossi da luogo a luogo secondo che l'opera procede; da questi fornelli son presi con mollette e situati ne' buchi forati per contenerli, ed i loro estremi sono fortemente battuti o ribaditi, prima di raffreddarsi, con pesanti martelli. La testa di chiodo così formata, è quindi terminata battendovi sopra un istrumento di acciaio incavato in forma di coppa, e la contrazione nella lunghezza del chiodo, in seguito del raffreddamento, stringe insieme le lamine con forza considerabile. Si dice che il numero de' chiodi sia 327 000 in ciascuno de' tubi principali, e circa 2 000 000 nell'intero ponte. Una bellissima macchina, secondo il principio del telaio Jacquard, è stata inventata dal sig. Roberts ad oggetto di forare i buchi nelle lamine. Con questa macchina che agisce quasi da sè, le distanze precise e le posizioni stabilite sono sicuramente conservate, e l'invenzione mostra un' abilissima disposizione di parti, essendo per questo riguardo simile a molte altre prodotte dallo stesso egregio macchinista (15).

(15) Una descrizione elaborata e bene illustrata di questa macchina trovasi nel *Civil Engineer and Architect's Journal*, 1848.

È quasi inutile di osservare che nella preparazione delle lamine, e nell'esecuzione di tutta l' opera, sonosi adottate giudiziose disposizioni ed invenzioni pratiche, per facilitare la costruzione e renderla uniforme ed esatta in tutti i suoi particolari. Così eransi preparati de' modelli per le lamine, costole, ec., e tutti i buchi si erano esattamente eseguiti con somma precisione, così che tutte le parti quando erano messe nella posizione loro destinata vi si trovavano adatte. Grandi porzioni delle lamine pe' tubi erano così messe insieme parzialmente nelle piattaforme, ed essendo elevate per mezzo del palco e del meccanismo descritto, erano rapidamente fissate nelle loro vere posizioni, e richiedevano solo l' operazione progressiva della ribaditura per esser compiutamente connesse.

Cilindri di sostegno e loro telai, lastre di appoggio, ec. — I tubi nel passare a traverso delle torri e delle spalle sono, come si è accennato, sostenute sopra cilindri orizzontali. Questi cilindri, co' telai ne' quali girano i loro assi, e le lastre di ferro fuso fra le quali si muovono sono segnati nella figura 13 e 14, tav. XII.

La fig. 13 è la pianta di una serie di cilindri col loro telaio. Uno di queti telai è posto sotto ognuno de' lati di ciascuna estremità di ogni tubo, così che trentadue serie di cilindri e telai sono adoperati ad un tempo. Ciascuna serie comprende ventidue cilindri disposti in due file parallele, di 6 pollici di diametro, torniti nella loro superficie e formati con assi sporgenti agli estremi. Questi assi girrano liberamente in buchi forati in un telaio parallelo di ferro battuto, formato di pezzi uniti insieme con perni, come vedasi nella figura, e la cui altezza è minore del diametro de' cilindri, così che esso è perfettamente libero dalle lastre di ferro fuso con le quali i cilindri medesimi sono in contatto.

La fig. 14 mostra il profilo delle lastre di ferro fuso e de' cilindri intermedî col telaio. In queste figure A A è il telaio di ferro battuto pe' cilindri di ferro fuso; B è un letto di legno messo sotto la lastra inferiore di ferro fuso C; e D è la lastra superiore sulla quale il tubo è semplicemente poggiato, ed è quindi libero di muoversi seconda la sua espansione e contrazione. Le dimensioni di queste lastre e telai sono varie, essendo alquanto minori verso gli estremi de' tubi che nel mezzo.

Le estremità de' tubi sono anche sostenute da un apparato di travi di ferro fuso e di palle di metallo da cannone, che sono disposte nel modo seguente: delle travi longitudinali sono fissate sopra le teste sporgenti de' pezzi trasversali fabbricati ne' muri delle torri; queste travi longitudinali sono formate con una scanalatura o cavità nella superficie superiore, ed in questa scanalatura si muovono liberamente delle sfere di metallo da cannone di 6 pollici di diametro. Delle altre travi simili sono messe sopra queste, aventi una scanalatura corrispondente nella loro faccia inferiore, e movendosi così liberamente sulle sfere.

Su queste travi superiori, sono fissate degli altri pezzi trasversali, che passano sul tubo e vi sono attaccati con solidi perni, di tre pollici di diametro, messi verticalmente sul tubo, inchiodati al suo lato e passanti in buchi fusi nei pezzi trasversali, ed assicurati a questi con dadi a vite. Queste travi e palle scorgonsi nelle fig. 4 e 5 tav. XIII, e ne sarà fatta altra menzione nella descrizione seguente di quelle figure.

Telai e travi di ferro fuso ec. — Gli estremi de' tubi nelle torri sono consolidati da telai di ferro fuso di dimensioni considerabili. Questi telai, che sono composti di travi orizzontali e verticali, solidamente unite insieme con perni, ed incastrate l'una nell'altra nelle unioni, si veggono nelle fig. 2 e 3 tavola XIII, che saranno citate inseguito. Tre di questi telai o serie di travi, sono fabbricati a ciascuno estremo di ciascun tubo, essendo situati negli spazî fra le costole di ferro T; e quelle porzioni del tubo che passano a traverso le torri hanno questi telai di ferro fuso attorno di esse.

Sotto ogni estremità di ciascuno de' quattro tubi principali, sono disposti tre travicelli di ferro fuso, i quali appena il tubo giugne alla dovuta elevazione, sono posti nella loro posizione permanente sotto di essó. Ciascuno di questi travicelli è lungo 24 piedi, alto 4 piedi e pesa 11 tonnellate.

La fig. 15 tav XII rappresenta una sezione di una serie di questi travicelli, con uno dei telai di ferro fuso murati nella fabbrica, fra i quali esse sono disposti. Durante l' elevazione de' tubi, questi pezzi o travicelli sono tirati indietro dalla loro posizione finale, e le loro estremità sporgenti sono poggiate sopra palchi sostenuti da saettoni di legno, e sospesi per mezzo di spranghe di ferro battuto, come vedesi nella fig. 1, tav. XIII, della quale daremo in breve la descrizione.

Peso de' tubi. — Il peso di ciascuno dei tubi principali si dice essere di 1600 tonnellate, oltre quello del ferro fuso ne' telai fissi, che è probabilmente di 150 tonnellate. Delle 1600 tonnellate di ferro battuto, si calcola esserne 500 nella parte inferiore, 500 nella superiore, e 600 ne' lati. Il peso di ciascuno de'tubi minori, quando è interamente compiuto, è di 660 tonnellate; così che il peso totale del ferro ne' due tubi compiuti, ciascuno di 1513 piedi di lunghezza, sarà probabilmente di circa 9640 tonnellate. Ora può riuscire interessante di calcolare la spessezza media del metallo per tutto il tubo, cui corrisponde il suo peso. A tale oggetto prendiamo uno de' tubi principali e consideriamolo come un corpo a sezione rettangolare della uniforme larghezza di 14 piedi, dell' altezza di 29 piedi e della lunghezza di 472 piedi, ed escludendo il ferro fuso, prendiamo pel suo peso 1600 tonnellate. Avremo quindi:

$$29 \times 2 = 58$$
$$14 \times 2 = \underline{28}$$
$$86 \times 472 = 40\,592 \text{ piedi superficiali};$$

e dividendo per questo numero il numero di libbre 3 584 000, contenute in 1600 tonnellate, avremo per quoziente libbre 88 3 come peso medio per ogni piede superficiale; e prendendo il peso di un piede superficiale di ferro battuto grosso un pollice, che è 40 libbre, abbiamo in ciascuno de' tubi principali un peso totale di ferro malleabile corrispondente ad una grossezza media di pollici 2.2 nella parte superiore, nella inferiore e ne' lati.

Disposizioni per far galleggiare i tubi principali. Pontoni ec. — Molte disposizioni furono necessarie per l'operazione di far galleggiare i tubi dal palco di costruzione alla base delle torri. Ciascun tubo essendo compiuto era, come si è detto, lasciato poggiare sulle pile di fabbrica a' suoi estremi, e la larghezza intermedia di 460 piedi veniva lasciata libera, essendo rimossa l'impalcatura. Per trasportare il tubo si prepararono otto barche galleggianti o pontoni. Sei di questi erano di legno ed erano state adoperati a sollevare i tubi del ponte di Conway; gli altri due erano di ferro. Il fondo di questi pontoni è piatto ed i lati sono inclinati, allargandosi verso la parte superiore, e sono fatti di lamine di ferro e costole col metodo ordinario di costruzione delle navi in ferro. Ciascuno di essi è lungo 98 piedi, largo 25, alto 11, ed è capace di sostenere 400 tonnellate. Quando portano il tubo essi pescano 5 piedi di acqua. Nel fondo di ciascun pontone, sono adattate delle grandi valvole, le quali tenute d'ordinario aperte, fanno entrare la marea e così impediscono che i pontoni sieno sollevati. La prima operazione per far galleggiare il tubo è quella di portare sotto di esso questi pontoni ad acque basse, e di disporli in due gruppi di quattro ciascuno e presso ciascuna estremità del tubo. Le valvole sono quindi chiuse e l'alzarsi dei pontoni colla marea solleva il tubo da' suoi appoggi, ed il tutto diviene un solo corpo galleggiante.

La seconda operazione, quella di alare e guidare questa massa di 472 piedi di lunghezza e 98 di larghezza massima, che copre una superficie tripla di quella dell' immenso vascello il *Great Britain*, richiese grandissima abilità ed esperienza, nel preparare tutte le disposizioni necessarie, calcolare il tempo da impiegarsi nel rimuovere dal suo posto quella massa, e portarla, con tutta esattezza nella precisa posizione, nella quale soltanto il tubo poteva trovarsi pronto per essere sollevato. Calcolando che il trasporto del tubo avrebbe occupata un'ora e mezza, fu stabilito che esso si muoverebbe altrettanto tempo prima della massima elevazione della marea, e con una velocità di tre miglia all'ora. Questo trasporto nel mezzo della corrente fu eseguito per mezzo di grandi argani, mosso ciascuno da cinquanta uomini sulla sponda opposta, le cui corde erano attaccati a' pontoni a ciascun estremo. Per guidare la massa galleggiante, due grosse funi furono messe verso sottocorrente, una da ciascun

ato, di cui un estremo era assicurato alle torri fra le quali il tubo dovea essere alzato, e l'altro a punti fissi sulla spiaggia a circa mezzo miglio dal ponte. Queste funi passavano sopra i pontoni ed a traverso de' collari di un apparecchio chiamato *ferma gomene* (*cable stopper*) per mezzo del quale l'una o l'altra delle corde poteva essere fermata se era necessario, ed in modo da arrestare il moto del tubo. L'azione di questi *ferma gomene*, inventati dal sig. C. H. Wild, che insieme al sig. E. Clarke sopraintendeva alla costruzione di tubi sotto il sig. Stephenson, è semplice e di ottimo effetto. Il collare a traverso del quale passa la fune o gomena è diviso longitudinalmente in due parti, e la parte superiore che scorre verticalmente tra due robusti fianchi o telai, e premuta contro l'inferiore per mezzo di una forte vite, simile a quella del torchio a vite ordinario, mossa per mezzo di manovelle adattate nella testa d'argano della vite stessa. Con questo mezzo si può applicare qualunque forza necessaria a stringere la gomena, e così arrestare il progresso della massa galleggiante. Oltre di queste gomene che servivano a tirare e guidare, molte corde più piccole erano assicurate a' pontoni, e potevano essere ritenute o rallentate per mezzo di argani in varî punti convenienti della spiaggia.

Il tubo essendo giunto al piede delle torri ad acque alte, doveasi compiere l'altra operazione, quella cioè di deporlo su' plinti sporgenti alla base delle torri medesime, formati a tale oggetto, duranti i quindici minuti ne' quali la marea si arresta prima del ritorno. Le fig. 16 e 17, tav. XII e 1 tav. XIII, mostrano il modo come i tubi erano ricevuti nelle torri, e come queste erano formate all' oggetto. Di queste la fig. 16 tav. XII rappresenta la parte bassa delle torri di Anglesea e Britannia, A e B; T è il tubo sostenuto sugli otto pontoni, e pronto per esser poggiato sui plinti sporgenti delle torri. In questa figura la parte del tubo messa nella ritratta lasciata nella torre Britannia è segnata con linee tratteggiate, ed è tolta una parte della fabbrica formante il lato della ritratta per un'altezza sufficiente a far passare il tubo.

La fig. 17, tav. XII, mostra una sezione orizzontale delle due torri A e B. La prima ha due ritratte da un lato per ricevere i tubi principali, e l'altra ne ha delle simili da ambedue i lati per lo stesso oggetto. Uno de' tubi T, vedesi messo al suo posto, ed il lato della ritratta in R murato; l'altro tubo T' è rappresentato ancora su' pontoni, con un estremo nella ritratta della torre Britannia e l'altro che si approssima alla sua posizione nella torre di Anglesea, della quale il lato della ritratta della fabbrica, segnato in linee tratteggiate, è lasciato ancora non murato per riceverlo.

La fig. 1, tav. XIII, è una veduta in prospettiva della parte inferiore della torre di Anglesea dopo l'elevazione di un tubo e durante il sollevamento dell'altro. Essa ha relazione con le fig. 16 e 17 tav. XII, e mostra distintamente il modo di far entrare i tubi nelle ritratte delle torri, lasciandone aperto un lato nella parte più bassa; però le altre parti della figura richiedono qui una opportuna descrizione.

Delle due linee di strada ferrata che dovranno passare pel ponte, una, la settentrionale, sarà prima compiuta con la erezione di due de'quattro tubi principali. Il primo di questi tubi, di già elevato, è quello verso l'estremo occidentale del ponte, o fra le torri di Britannia ed Anglesea. In questo momento (novembre 1849), questo solo de'tubi è eretto e compiuto; ed il cenno seguente de' procedimenti seguiti per trarlo a galla nel giorno 27 dello scorso giugno, scritto da un testimonio oculare, è interessante abbastanza per esser qui riferito. Dopo che le disposizioni preparatorie per far muovere il tubo furono compiute, il sig. Stephenson e gli altri ingegneri salirono sul tubo, insieme al capitano Claxton della marina reale (celebre per aver liberato il *Great Britain* dal suo pericoloso imprigionamento nella baia di Dundrum) al quale era affidata la direzione dell'operazione. « Il capitano Claxton distinguevasi agevolmente per la sua tromba parlante e presso di lui eranvi degli uomini che tenevano in mano delle lettere corrispondenti a' diversi argani, così che non poteva cadere equivoco intorno all' argano da mettersi in movimento; mentre delle banderuole rosse, azurre o bianche mostravano quale movimento particolare dovea farsi con ciascuno di essi. Circa le ore sette e mezzo della sera fu osservato il primo sensibile movimento, indicante che la marea cominciava a sollevar la massa, e secondo il desiderio del sig. Stephenson fu allora misurata la profondità d'acqua e notato l'istante preciso. In pochi minuti il movimento divenne chiaramente visibile, il tubo essendosi mosso per qualche pollice. Questo fu un istante di profondo interesse; l'immensa massa movendosi con tanta facilità come se non fosse stato che un piccolo battello. Gli spettatori sembravano colpiti da incanto, giacchè non si udiva grido nè esclamazione, mentre tutti riguardavano taciturni il silenzioso movimento de'pontoni pesantemente caricati. Il solo suono che si udisse era quello degli ordini dati dal capitano Claxton; il tubo galleggiava maestosamente nel mezzo della corrente. Io lasciai allora il mio posto e corsi all'ingresso de' lavori, dove entrai in un battello ed ordinai a'marinai di vogare a tutta possa verso il mezzo dello stretto. Ciò non fu agevole impresa con una così rapida corrente; però mi si presentarono molte superbe vedute della massa galleggiante, una delle quali singolarmente bella; il tubo che scendea direttamente la corrente, le distanti colline, due o tre piccole navi ed un battello a vapore, il fumo del quale andava a confondersi con le tinte della scena, formavano un magnifico fondo pel quadro; mentre da un lato, in una estesa prospettiva, stavano i tre tubi non finiti, e de-

» stinati a formare con quello che trovavasi in cammino » una grande ed unica via di comunicazione. Era impossi» bile di contemplare questo imponente spettacolo e non » esser penetrato, per così dire, dalla sua unicità. Niente di » simile erasi mai veduto; in avvenire si vedrebbe per » certo; ma ciò era, come il primo viaggio fatto dal primo » battello a vapore, qualche cosa senza esempio. Venticin» que minuti prima delle nove il tubo si approssimava » alla pila di Anglesea, ed in questo momento l' aspet» tativa degli astanti aumentava di molto, giacchè il tubo » trovavasi così presso al sito destinato; e ben presto tutti » i timori cessarono, allorchè l' estremo del tubo dal lato » di Anglesea passò al di là della pila, e quindi l'altro » estremo dal lato di Britannia giunse al suo posto e fu » subito tratto presso alla pila, in modo da appoggiarsi » sul preparato sostegno. Vi fu allora una pausa di po» chi minuti per attendere il ritorno della marea; e » quando questo ebbe luogo, la gigantesca massa galleg» giò dolcemente sino al suo posto sulla pila di Anglesea, » si arrestò quivi sull' appoggio e vi fu all' istante fermata » in modo da non potersi muover di nuovo. Le acclama» zioni sino allora rattenute, furono romorose e liete, e » taluni pezzi di cannone sulla spiaggia annunziarono col » loro sparo che la grande impresa del giorno era com» piuta (16) ». Quando fu giunto nella posizione opportuna, il tubo fu situato sopra un letto di legno disposto sugli appoggi a' piedi delle torri, coll' aprire le valvole ne' pontoni, e così far affondare questi per un'altezza sufficiente a lasciar libero il tubo.

Elevazione de' tubi co' torchi idraulici. — Se vi è una parte nell' intrapresa di questi stupendi ponti che mostri maggiore arditezza di concepimento delle altre, questa è per certo la prima idea di sollevare un peso di 1800 tonnellate, ad un' altezza di 100 piedi, sopra una rapida corrente di 460 piedi di larghezza, e senza adoperare palchi o armature di qualunque specie nell'apertura. La forza motrice da usarsi per questo proposito, ed il modo di adoperare questa forza, son due problemi di sorprendente novità e la cui soluzione minacciava di presentare immense difficoltà pratiche. La forza dell'acqua adoperata con tanto successo come mezzo per trarre a galla i tubi, sembrava non poter essere di alcun aiuto nel sollevar questi; però col mezzo di semplici macchine, messe in moto dallo stesso liquido, che per una legge della sua azione moltiplica quasi indefinitamente la minima potenza applicata, questi tubi vengono sollevati con la massima facilità, e con tutta la regolarità e sicurezza di movimento propria delle operazioni meccaniche sopra una scala più piccola.

Queste macchine, conosciute sotto il nome di *torchi idraulici* o *idrostatici*, presentano una gran forza, agente però in uno spazio limitato. La loro invenzione è dovuta al fu sig. Giuseppe Bramah, il quale a'31 marzo 1796, ottenne per ciò una patente, sotto il titolo di « certi nuovi me» todi di produrre ed applicare un grado più considera» bile di potenza ad ogni specie di apparato meccanico ed » altre macchine che richiedono movimento e forza, » che non se ne ottiene con qualunque mezzo ora usato » a tale oggetto ». L' azione di questa macchina è fondata sul principio elementare nell'idrostatica che « quando » una massa liquida è in equilibrio, sotto l' azione di » forze di qualunque specie, ogni molecola o parte della » massa è sottoposta ad una egual pressione in tutte le » direzioni ». La conseguenza di questo principio è, che una pressione esercitata su qualunque porzione della superficie di una massa liquida rinchiusa si propaga per tutta la massa, e si trasmette, senza diminuzione, all'intiera superficie in contatto con l' acqua. Nel mezzo del secolo XVII, Pascal suggerì l' applicazione di questo principio alla costruzione di un torchio, ma al Bramah è dovuta la gloria di avere il primo mandato ad effetto questa idea sotto una forma pratica. Il torchio idraulico è stato con molta estensione usato a comprimere le mercanzie per imballarle, alla estrazione degli olii vegetali, e ad altri simili oggetti. Col suo mezzo si è ancora agevolata la via agli esperimenti sulla resistenza di varî materiali. Questo potente apparecchio è stato per molti anni utilmente adoperato negli arsenali inglesi e negli stabilimenti di fonditori e d'ingegneri meccanici, onde sperimentare le travi di ferro, le ancore ed altri simili oggetti destinati a sostenere grandi pesi o sforzi. Ma la sua applicazione più recente e più importante è quella dell' elevazione de' tubi pe' ponti della strada ferrata sul fiume Conway e lo stretto di Menai.

I torchi idraulici si compongono di due parti essenzialmente distinte, cioè, il *torchio*, o macchina nella quale si applica la forza acquistata, e *l'apparecchio delle trombe* per mezzo del quale l' acqua è fatta entrare nel torchio; queste due parti, che costituiscono l' intero apparato, sono unite soltanto da un tubo, detto d' iniezione, pel quale l' acqua passa dall' una all' altra. Il *torchio* si compone principalmente del cilindro nel quale si fa entrare l' acqua, e che è chiuso ad un estremo ed aperto dall' altro per ricevere il pistone o stantuffo, che è solido e cilindrico e tornito nella faccia esterna in modo da adattarsi all' apertura del cilindro parimente tornita. Alla distanza di pochi pollici dalla faccia superiore questa apertura si allarga, così che, sebbene lo stantuffo combaci perfettamente col cilindro per questi pochi pollici, lascia poi uno spazio anulare fra sè e la parete del cilindro medesimo; ed in questo spazio l' acqua è compressa per mezzo della tromba. È inutile di qui descrivere la tromba, essendo essa del genere di quelle ordinariamente adoperate a comprimere i liquidi, e variando nelle sue parti, forme e dimensioni,

(16) Corrispondenza dell'*Illustrated London News*, 30 giugno 1849.

condo le applicazioni particolari dell' apparecchio. La tromba è mossa d' ordinario a mano, per mezzo di una manovella a leva, e la regola onde trovare l' aumento di forza cagionato da essa si ricava: primo, dal rapporto delle aree delle sezioni trasversali dello stantuffo della tromba e di quello del torchio; e secondo dal rapporto de' due bracci di leva del manico della tromba. Supponiamo così che lo stantuffo della tromba sia di $^3/_4$ di pollice di diametro, e quello del torchio di 10 pollici, e che i bracci di leva del manico di tromba sieno come 1 a 6, la forza si troverà nel modo seguente:

$$\begin{array}{rccc} & 0.75^2 & : & 10^2 \\ \text{moltiplicato per} & 1 & : & 6 \\ \hline & 0.5625 & : & 600; \end{array}$$

così una forza eguale a 20 libbre applicata all'estremo del manico della tromba produrrà una pressione eguale a libbre 21 333.20 sullo stantuffo del torchio, ovvero di tonnellate, 10 quintali, 3 quarti e libbre 1.20.

Onde applicare l' azione de' torchi all'elevazione del tubo, senza usare, come si è già detto, nessuna specie di palco sotto di questo, era necessario di agire agli estremi del tubo medesimo. Il torchio idraulico, bene trascelto come istrumento per elevare, a cagione della gran quantità di forza che esso presenta, è, come si è notato adatto ad operare fra limitati spazî. I torchi adoperati pe'ponti tubulari, sebbene di dimensioni e forza senza esempio, non potevano però produrre che un movimento di 6 piedi, cioè lo stantuffo non poteva elevarsi che per 6 piedi verticali nel cilindro. Perciò l' intiera elevazione de' tubi del ponte Britannia (per circa 100 piedi di altezza) non potè eseguirsi con un solo movimento continuo, ma richiese una successione di *alzate*, ciascuna di 6 piedi, in numero sufficiente a compiere l' elevazione totale. Ora, onde usare a quest' oggetto i torchi, era necessario o di fare agire gli stantuffi contro la parte inferiore del tubo a spingerlo verso sopra; ovvero, situando il torchio al di sopra del tubo, fare agire gli stantuffi sopra catene, in modo da tirar queste sopra, e con esse il tubo fissato alla loro estremità inferiore. Quest'ultimo sistema fu adottato ed i torchi furono perciò solidamente situati nella parte superiore delle torri, direttamente al di sopra delle estremità del tubo, a tale altezza da rendere possibile l' elevazione totale del tubo senza muovere dal loro posto i torchi. In questo modo i tubi pel ponte di Conway furono elevati per mezzo di due torchi, uno a ciascun estremo. Gli stantuffi di questi torchi hanno pollici 18 $^3/_8$ di diametro, ed i cilindri 20 nell'interno, in modo che rimane uno spazio anulare di $^{13}/_{16}$ di pollice di larghezza fra loro, per l' azione dell' acqua. I cilindri hanno pollici 37 $^1/_2$ di diametro esterno, il metallo avendo così pollici 8 $^3/_4$ di spessezza. Per la elevazione de' tubi del ponte Britannia, questi due torchi sono usati insieme in un estremo, cioè nella torre Britannia, e nell' altro estremo è adoperato un solo torchio di maggiori dimensioni. Lo stantuffo di questo torchio ha 20 pollici di diametro, e la parete del cilindro è grossa 11 pollici.

Onde comprimere l' acqua ne' cilindri di questi torchi, sonosi adoperate due macchine a vapore, ciascuna della forza di 40 cavalli. I cilindri di queste macchine sono disposti orizzontalmente ed hanno 17 pollici di diametro e 16 pollici di corsa. Le aste degli stantuffi passono ad ambedue gli estremi del cilindro a traverso di scatole stoppate, e la loro continuazione forma gli stantuffi delle trombe prementi. Queste trombe hanno pollici $1^1/_{16}$ di diametro e 16 pollici di corsa. Il tubo d' iniezione di ferro battuto ha $^1/_2$ pollice di diametro interno, ed $^1/_4$ di pollice di grossezza di pareti, in modo che il diametro esterno è di 1 pollice. La forza applicata alla tromba è così aumentata nella ragione delle aree corrispondenti a' diametri di pollici $1^1/_{16}$ e 20, o come 1 a 355. Se tutta la forza di 40 cavalli della macchina a vapore fosse messa in azione, la forza che si potrebbe ottenere col torchio sarebbe eguale al prodotto di 355 per 40, o a 14 200 cavalli. La forza che ora si esercita dal torchio grande ad un estremo e dai due più piccoli dall' altro, è, come è naturale, eguale alla metà del peso del tubo, cioè 900 tonnellate. Lo sforzo esercitato dalla testa dello stantuffo, di 20 pollici di diametro, è quindi eguale a tonnellate 2.25 o a 5040 libbre a pollice circolare.

Un accidente avvenuto nel grande torchio nella torre di Anglesea, durante la elevazione del primo de'tubi del ponte Britannia, merita di essere riferito, giacchè se ne può trarre una utile lezione pe' casi simili dell'avvenire, e serve a spiegare un ritardo considerabile in questa operazione, che sembrerebbe altrimente inesplicabile nella storia del ponte. Il giorno di venerdì 17 agosto 1849, dopo che si erano compiute tre delle alzate di sei piedi ciascuna ne' giorni precedenti, si continuava ad elevare il tubo, essendosi già fatti i $^5/_{12}$ di un'alzata, cioè 2 piedi e 6 pollici, allorchè il fondo del cilindro si ruppe, ed essendo intieramente separato dal rimanente, cadde con forza terribile (pesando circa una tonnellata e mezza) sulla parte superiore del tubo, che trovavasi al disotto, per un' altezza di 70 a 80 piedi. La resistenza al peso essendo così subitamente distrutta, lo stantuffo discese quella parte di spazio che era salito, ed il tubo sarebbe ancora caduto per un simile spazio di 2 piedi e 6 pollici se non si fosse adottata dal sig. Stephenson una molto savia precauzione, quella cioè di seguire il tubo ascendente con delle tavole di legno della spessezza di un pollice, che sono introdotte nella ritratta della fabbrica colla stessa rapidità con la quale il tubo si eleva. Queste tavole sono quindi rimosse con cura ad una ad una e lo spazio è riempiuto con fabbrica di mattoni e cemento, in

modo da pareggiare quasi le facce esterne della torre. Per questa cagione la caduta del tubo non fu che di circa un solo pollice. La parte caduta del cilindro produsse un profondo dente nella parte superiore del tubo che trovavasi sotto, e sventuratamente percosse un povero marinaio che saliva per una scala di corda dal tubo al torchio (o).

Possiamo ora ritornare alla fig. 1, tav. XIII, che è una veduta in prospettiva della torre di Anglesea, e del tubo parzialmente elevato. Essa mostra ancora i tre travicelli di ferro fuso già descritti (pag. 240), tratti fuori e poggiati sopra una piattaforma sostenuta da saettoni e spranghe. Allorchè il tubo è stato sollevato per tutta l' altezza, questi travicelli sono spinti nella loro posizione permanente, ne' telai fabbricati nelle torri, e servono così a sostenere gli estremi del tubo, mentre le catene ed i telai di sollevamento sono distaccati. Si vede nella figura medesima un palco mobile che accompagna il tubo ascendente, essendovi sospeso al modo di una bilancia, per mezzo di catene, e nel quale trovansi gli operai per mettere le tavole di legno sotto il tubo, a mano a mano che si eleva, e murare la ritratta con mattoni e cemento.

La rottura del cilindro si è attribuita alla forma particolare del pezzo fuso, nel sito dove essa è avvenuta, ed alla nota proprietà del ferro fuso di raffreddarsi irregolarmente, proprietà che è pericolosamente aumentata nel caso di una massa immensa di materiale come necessariamente è questo cilindro. Sembra che il fondo del cilindro fosse quasi, se non perfettamente, piano all' interno ed all' esterno, essendovi così non solo degli angoli continui formati dall' incontro delle superficie cilindriche con le piane, tanto interne che esterne, e che sempre producono un difetto di uniformità di pressione, e quindi di densità, nel metallo, ma la spessezza di metallo medesimo essendo inoltre maggiore in questi angoli che negli altri punti (cioè nel rapporto della diagonale al lato di un quadrato) il che fa sì che questa parte sia l' ultima a raffreddarsi, e quindi meno capace di cedere alla sua tendenza alla contrazione. Per ciò, come si è spesso osservato in simili forme di fusioni, queste parti sono molto più aperte nelle grane del metallo che le altre, e corrispondentemente più deboli.

Nella riunione dell' Associazione Britannica per l'avanzamento della scienza, tenuta nel settembre ultimo a Birmingham, il sig. Stephenson, a richiesta de'membri della sezione di Meccanica, spiegò la natura dell' accidente, e le precauzioni ch'egli fortunatamente avea prese, e noi ricaviamo il seguente interessante estratto dalla relazione del suo discorso (17): — « Il sig. Stephenson spiegò le » macchine usate per alzare i tubi, e dichiarò che il pro» getto dapprima proposto era di far elevare il tubo per » l' altezza di 6 piedi alla volta, è quindi lasciarlo so» speso dalla traversa superiore (*cross-head*) del torchio, » durante il progresso della fabbrica al di sotto; ma que» sta idea fu abbandonata per timore ch se qualche ac» cidente avesse luogo, o per la rottura del torchio o » per lo spezzamento di una maglia della catena, il tubo » non fosse interamente guastato, cadendo da una altezza » di 6 piedi, o anche di 6 pollici. Egli quindi considerò » che l'unico modo di procedere era di porre de'pezzi di » legno sotto al tubo per ogni pollice che si alzava; così » che nel caso di un accidente, il tubo non potesse ca» dere da un' altezza maggiore di un pollice; e questo » era il sistema adottato nel tempo dell' avvenimento di » cui è parola. Onde mostrare quanto necessarie erano » queste precauzioni, il sig. Stephenson dichiarò che, seb» bene il tubo non fosse caduto che per la sola altezza » di un pollice, esso ruppe delle travi di ferro, capaci » di sostenere ciascuna il peso di 500 tonnellate. Si vede » che con questo procedimento il tubo non si trovava mai » sospeso in aria; ed a maggior cautela egli intendeva » nel riprendersi il lavoro del sollevamento del tubo, di » puntellare ancora la traversa superiore del torchio, per » mezzo di zeppe di ferro messe a mano a mano che il » tubo ascendesse, nel modo stesso nel quale si operava » sotto il tubo: così se il torchio si rompesse di nuovo, » nè la traversa nè il tubo potrebbero cadere per un'al» tezza maggiore di un pollice. Egli descrisse il modo » della rottura, che avvenne nell' angolo della parte infe» riore, la quale si distaccò sotto la forma di cono tronco. » Nel tempo che i torchi erano in opera, la pressione non » arrivava ad una tonnellata a pollice quadrato, l'area della » frattura essendo 1316 pollici quadrati, ed il peso soste» nuto dal torchio di 1000 tonnellate. Il torchio era calcolato » per poter sostenere tonnellate 3 $^1/_4$ a pollice quadrato, » pressione alla quale i torchi idraulici sono spesso assog» gettati nelle manifatture. Allorchè si elevavano i tubi di » Conway, si cominciò dal far salire contemporaneamente » i due estremi; ma dopo che le macchine ebbero lavo» rato per breve tempo, si osservò che il tubo avea ac» quistato un movimento di vibrazione o di ondulazione. » In conseguenza si arrestò l' operazione, e si consultò » intorno a ciò che convenisse fare, e si notò che questo » movimento veniva cagionato dall'aver fatto lavorare con» temporaneamente le trombe ad ambedue gli estremi, » e si decise che in avvenire si farebbero operare alter» nativamente sotto ognuna delle estremità. Con questo » sistema cessò il movimento osservato. Il sig. Stephenson » opinava esser dovuta la rottura al raffreddamento inu» guale del ferro nell' angolo del cilindro; e perciò ha » deciso di far fondere due cilindri di altre forme, cioè » uno con un fondo emisferico della stessa grossezza della

(o) V pag. 73.

(17) Pubblicata nel *Civil Engineer and Architect's Journal* di ottobre 1849.

pareti ; e l'altro con un apertura nel fondo, e con un risalto interno o collare da potervisi poggiare una piastra per chiudere l'apetura. » Un novello cilindro formato secondo il primo di questi due modi, è stato in seguito applicato , ed ha elevato con successo il tubo sino all'altezza destinata.

Telai di ferro fuso per rinforzare le estremità del tubo ed attaccare le catene di sollevamento. — Si è già accennato che le estremità de' tubi sono rinforzate per mezzo di telai massicci di ferro fuso adattati all' interno ed attaccati con perni alle lamine del tubo, ed anche gli uni cogli altri , nelle giunture.

Le fig. 2 e 3, tav. XIII, rappresentano i telai adoperati a tale oggetto. Nella fig. 2, A , A sono i telai laterali e verticali di ferro fuso adattati all' interno delle lamine ed attaccati a queste per mezze di perni ; B, B, sono de' telai orizzontali assicurati in simil modo , esattamente adattati e solidamente attaccati con perni a' telai verticali ; in C si scorge il modo come degli altri pezzi sono connessi a' telai verticali per attaccarvi le catene da elevare il tubo. Ne' tubi di Conway furono adoperati due di questi pezzi da attaccar le catene a ciascun estremo, l' uno sopra altro. Nei tubi del ponte Britannia se ne adoperano tre, similmente disposti uno al disopra dell'altro, e con gli estremi adattati sotto di forti risalti o sporti formati nei telai verticali e fortemente uniti a questi con perni. Onde ottenere maggior sicurezza , due fasce molto grosse di ferro battuto passano sopra alla coppia superiore di pezzi fusi, da un punto centrale posto al disopra, e discendono al modo de' lati inclinati della lettera A nelle cellule della parte inferiore , dove sono assicurate con solidi paletti di ferro battuto. Gli scompartimenti verticali formanti le cellule inferiori , per una lunghezza da 8 a 12 piedi a ciascuna estremità de' tubi, sono rinforzati per mezzo di grosse piastre di ferro fuso, della stessa larghezza delle lamine, di 1 piede e 9 pollici, poste una da ciascun lato delle lamine verticali ed unite con perni a traverso di queste. La fig. 3 mostra una sezione trasversale di uno de' telai di rinforzo (A, A della fig. 2), che sono grossi 12 pollici , larghi 15 pollici sulla faccia ed hanno la spessezza di 3 pollici nella piastra esterna e 2 pollici nella interna.

Le fig. 4 e 5, tav. XIII, mostrano le disposizioni combinate per sollevare i tubi del ponte Britannia , col torchio idraulico , le catene ec., ed i telai di sollevamento. La fig. 4 è una sezione fatta a traverso il tubo ed un'alzato del torchio. La fig. 5 è una sezione longitudinale della estremità del tubo , ed una sezione fatta nel mezzo del torchio. Riportandoci a queste figure , descriveremo prima le parti che appartengono in modo permanente alla costruzione del tubo ed alla sua connessione con la torre, e quindi l' apparecchio temporaneo della elevazione del tubo stesso.

A, A, sono le due travi di ferro fuso superiore ed inferiore , formanti uno de'sistemi di pezzi fusi usati a rinforzare queste parti del tubo come si è già descritto.

B, B, sono le piastre di ferro fuso attaccate con perni alle lamine verticali formanti le divisioni delle cellule inferiori.

C , C , sono le lastre inferiori di ferro fuso, poggianti sopra appoggi di legno D, D.

E , E , sono i cilindri di ferro fuso, su' quali trovansi le lastre superiori F , F, dove poggia il tubo, e che sono capaci di un movimento longitudinale in ambedue le direzioni.

La parte superiore del tubo è connessa per mezzo di forti perni di ferro battuto G, G , con una serie di travi di ferro H, H. Queste travi sono unite mediante incastri sporgenti nelle loro piastre inferiori, con due altre travi longitudinali I , I , capaci di movimento longitudinale , poggiando sopra sfere di metallo da cannone , come si è già detto , le quali si muovono in una scanalatura nella superficie superiore delle lastre di sostegno J , J, fissate sulle estremità sporgenti delle travi trasversali di ferro fuso K , K.

Le parti temporanee introdotte ad oggetto di rinforzare gli estremi del tubo durante l' ascensione , ed anche per attaccare le catene di sollevamento sono le seguenti :

L, L sono due coppie di travi di ferro fuso o telai , fissate orizzontalmente attraverso a ciascuna estremità del tubo, ed attaccate con perni entro incastri formati ne'telai verticali A , A. Ne' tubi del ponte Britannia tre di queste coppie di travi furono adoperate , la superiore e la inferiore per attaccare le catene di sollevamento e la intermedia onde aiutare a sostenere i lati del tubo.

Le catene M , M per sollevare il tubo, sono formate a maglie , con incastri ad un estremo di ogni maglia alternata come si vede in N, N, nella fig. 5. Questi incastri si adattano in altri corrispondenti nelle piastre inferiori delle travi trasversali L, L ; e quando sono attaccati con perni nel sito proprio, le maglie sono , come si scorge nella fig. 5, tenute fermamente fra loro.

Il torchio per mezzo del quale queste catene sono tirate sopra e così sollevano il tubo , vedesi al di sopra del tubo medesimo , nel sito dove esso è dapprima fissato , e che occupa durante tutta l' operazione. Nell' elevare i tubi di Conway , ciascun torchio era sostenuto sopra una coppia di travi doppie di ferro fuso , segnate nelle figure colle lettere O , O , poggianti agli estremi sopra altre travi longitudinali P , P , murate nella fabbrica. Nell' elevazione de'tubi del ponte Britannia si sono però giudiziosamente sostituite travi di ferro battuto a quelle di ferro fuso. Ciascuna di queste travi di ferro battuto si compone di 12 lamine di ottimo ferro , di 2 piedi di larghezza ed un pollice di grossezza , unite

strettamente insieme, così che formano una ben connessa massa di ferro battuto, avente una sezione trasversale di 24 pollici di altezza e 12 di larghezza. Nelle estremità, queste travi di ferro battuto sono sostenute da altre travi trasversali di ferro, fissate sopra banchi formati nella fabbrica delle torri.

Il torchio si compone principalmente di quattro parti, cioè il cilindro Q, lo stantuffo o pistone R, il tubo di iniezione S, per mezzo del quale l'acqua è introdotta dalle trombe, e la traversa T. Il cilindro è circondato e sostenuto da un pezzo cavo di ferro fuso U, U, poggiato sulle travi trasversali O, O, già descritte. Comprimendo l'acqua nel cilindro si fa elevare lo stantuffo, e con questo la traversa T. Su questa traversa sono fissate due paia di collari V, V, che abbracciano gli estremi ad incastro delle maglie delle catene e sono tenuti strettamente contro queste per mezzo delle viti, X, X. Queste viti hanno delle ruote dentate, Y, adattate alle loro estremità, ed un rocchetto intermedio, mosso da un manubrio Z, dà movimento alle ruote delle due viti. Una simile disposizione di collari ed ingranaggio è fissata sotto, ne' punti W, W. L'azione del torchio è mantenuta in direzione verticale per mezzo di aste di guida, I, I, fissate al disopra ad una trave trasversale Q, e lungo queste aste la traversa scorre nel salire continuando l'azione del torchio.

Le catene qui rappresentate sono evidentemente parti molto importanti dell'apparecchio, giacchè la loro rottura produrrebbe come conseguenza la caduta del tubo. Ciascuna serie di maglie si compone alternativamente di otto e di nove, le otto essendo alquanto più grosse delle nove, in modo da presentare una egual resistenza totale. Ciascuna maglia è larga 7 pollici, grossa circa 1 pollice, e lunga esattamente 6 piedi fra i centri degli occhi negli estremi. Esse sono costrutte con un procedimento pel quale fu accordata una patente, a' 6 ottobre 1845, al sig. Tommaso Howard, delle manifatture di ferro del Re e della Regina a Rotherhithe, sotto il titolo di « perfezionamenti nella manifattura del ferro a spranghe pei ponti sospesi ed altri oggetti ». Con questo sistema perfezionato le spranghe sono fatte cogli estremi a teste ingrossate, in un sol pezzo, e le catene così lavorate meritano maggior fiducia di quelle le cui maglie sono formate a spranghe e teste separate, ed unite con un procedimento incerto di saldatura. Oltre della loro applicazione all'elevazione de' tubi de' ponti di Conway e Britannia, queste catene sono state adoperate nella costruzione permanente del gran ponte sospeso eretto dal sig. W. T. Clarke sul Danubio, a Pesth, ed in quella del ponte Russo a Kieff ora in corso di esecuzione, diretto dal sig. Vignole (p).

(p) Pel ponte di Kieff vedi pag. 125.

Nel terminare questa descrizione del ponte tubulare Britannia, giova rammentare che la fabbrica della pila centrale o torre Britannia, fu cominciata in maggio 1846; e che la prima ribaditura pe' tubi fu fatta a' 10 agosto 1847. Si aspetta ora che una linea di strada ferrata sia compiuta attraverso il ponte in marzo 1850 (q). Se ciò avviene, o aggiugnendovi ancora due mesi, quattro soli anni saranno stati occupati dal cominciamento della torre; periodo notabilmente breve, quando si considerino tutte le incertezze e le vicende che si appartengono ad un' opera tanto nuova ed estesa. Gl' intrapprenditori per la fabbrica e per le impalcature furono i sig. Nowell, Hemmingway e Pearson. Uno de' grandi tubi fu costrutto da' sig. Garforth, di Dukinfield, Manchester, ed il rimanente de' tubi dal sig. C. Mare di Blackwall. I torchi idraulici furono costrutti da' sig. Easton e Amos di Southwark.

Il ponte di Conway, che, come si è già detto, precedette quello di Britannia, è eretto a pochi piedi di distanza dal ponte sospeso di Telford, e quasi sotto le antiche mura del Castello di Conway. Esso consiste in una sola luce di 400 piedi di lunghezza libera, e di due spalle di fabbrica, il cui disegno è in armonia col carattere del vicino castello. L'altezza de' tubi sopra il livello delle acque alte è insignificante in paragone di quella del ponte Britannia, non essendo che di 18 piedi. Ciascun tubo, co' pezzi fusi che servirono per alzarlo, pesava 1300 tonnellate. Il ponte si compone così di due soli tubi, che furono costrutti sulla prossima spiaggia, uno dopo l'altro, e sulla stessa piattaforma, e messi a galla ed elevati in modo simile a quello usato pe' tubi del ponte Britannia. La prima pietra fu posta a' 15 di giugno 1846; il primo tubo fu cominciato nel marzo 1847, messo a galla a' 6 marzo 1848, elevato il 16 di aprile seguente, ed aperto al passaggio de' convogli al primo maggio 1848. Il secondo tubo fu messo a galla a' 12 di ottobre 1848 ed elevato a' 30 dello stesso mese. L'intraprenditore dell'intera opera fu il sig. Evans.

Il primo de' tubi fu provato con un peso di 300 tonnellate di ferro, e l'abbassamento nel centro con questo carico fu di 3 pollici. Togliendo il peso, il tubo riprese la posizione primitiva. Nel provare il secondo tubo si notò che prima di caricarlo la flessione era di pollici 1.86. Il carico di zavorra applicato fu di 235 tonnellate 14 quintali e 2 quarti, e cagionò un abbassamento di pollici 1.56, che cessò togliendo il peso. Si dice che il passaggio di un convoglio ordinario non produca che un abbassamento di 1/8 di pollice.

(q) La prima linea fu in fatti sottoposta ad esperimenti a' 15 e 16 di marzo 1850, ed aperta al transito a' 18; vedi pag. 128.

INDICE.

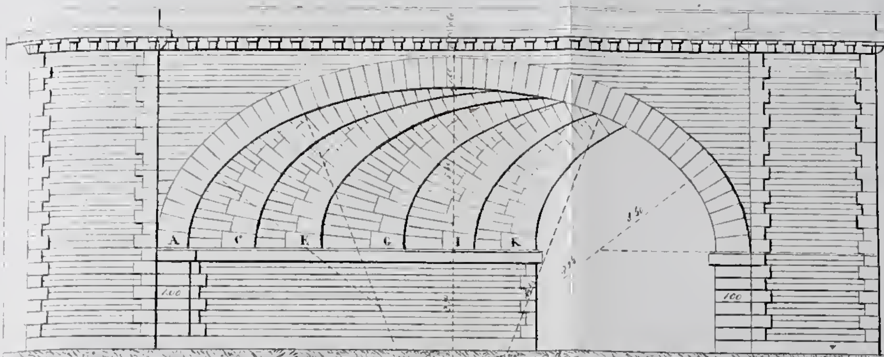


FIG. 3. Elevato

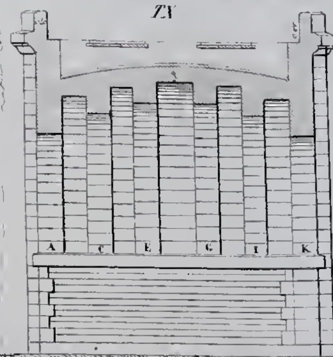


FIG. 2. Sezione sulla linea TX

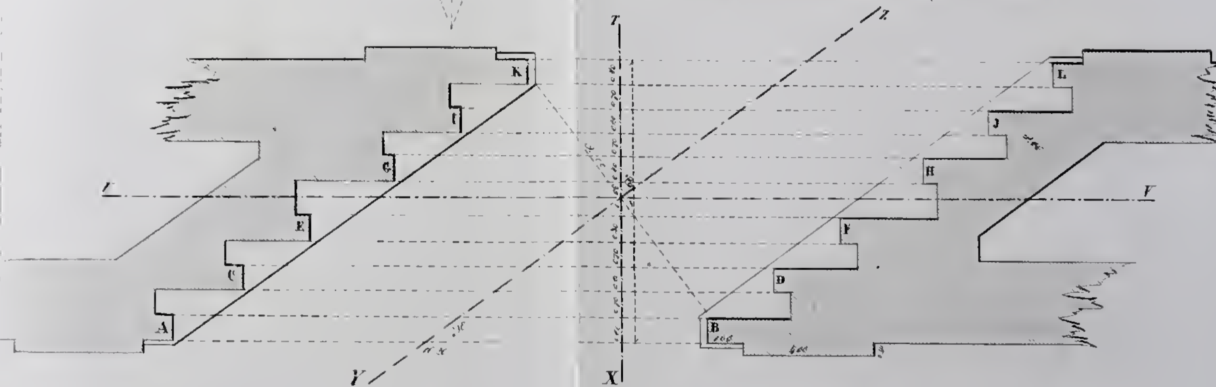


FIG. 1. Pianta al livello dell' imposta.

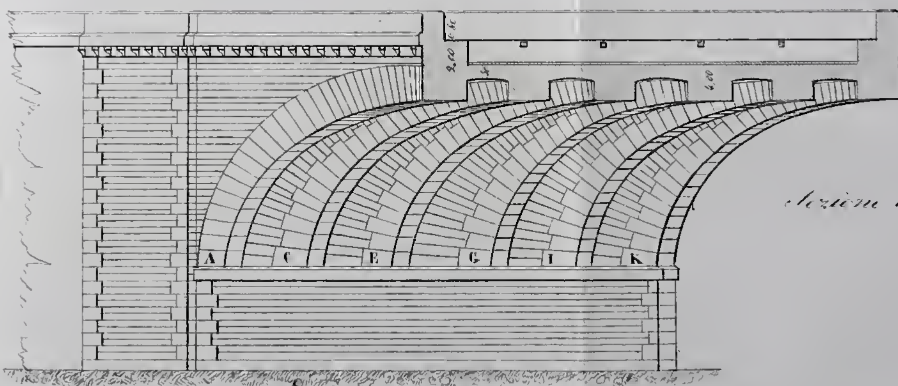


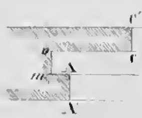
FIG. 4. Sezione sulla linea ZY

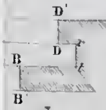


FIG. 5. Sezione sulla linea UV

Scala di ... per metro
16 metri

FIG. 1.





(0m005 per metro)

FIG. 2.

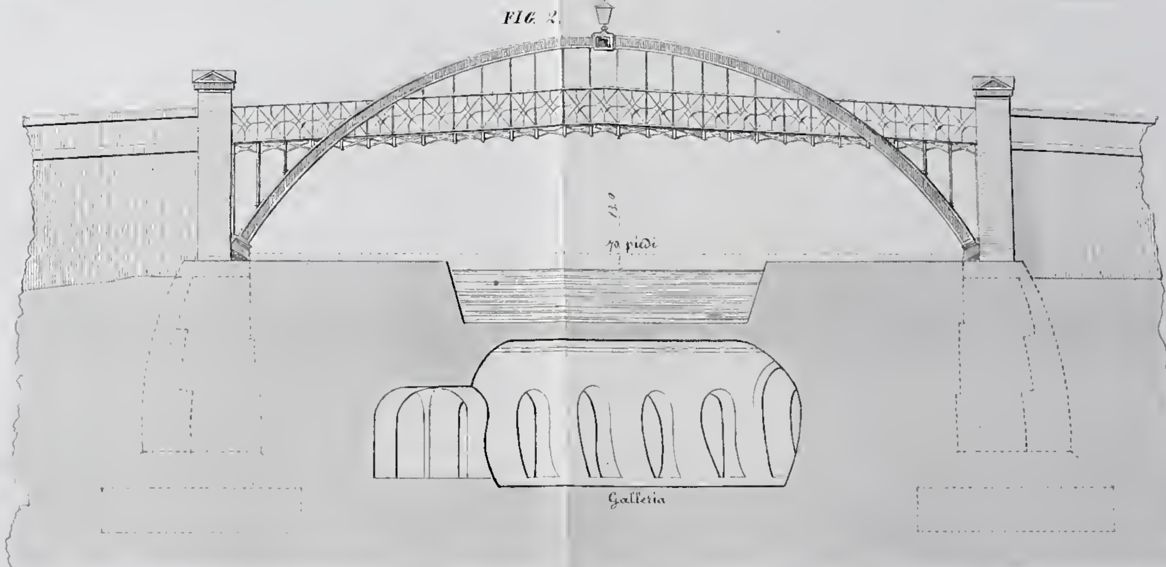


FIG. 4.

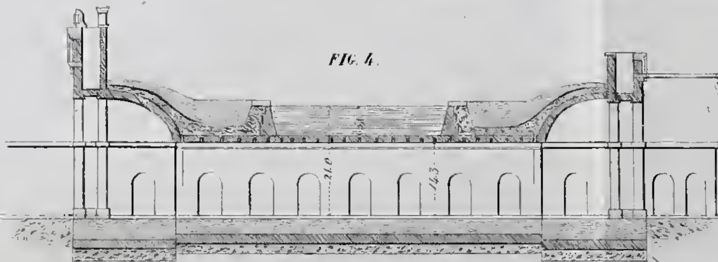


FIG. 3.

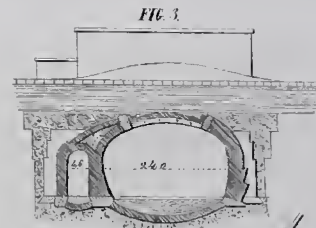


FIG. 5.

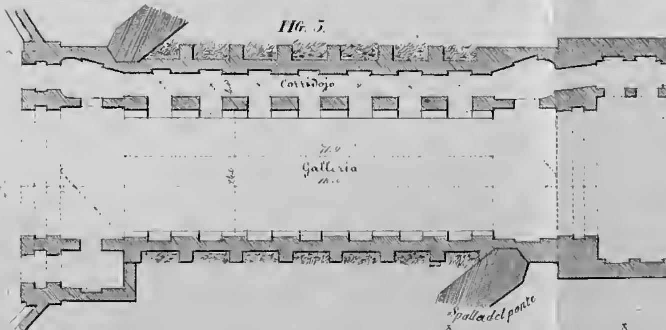


FIG. 6.

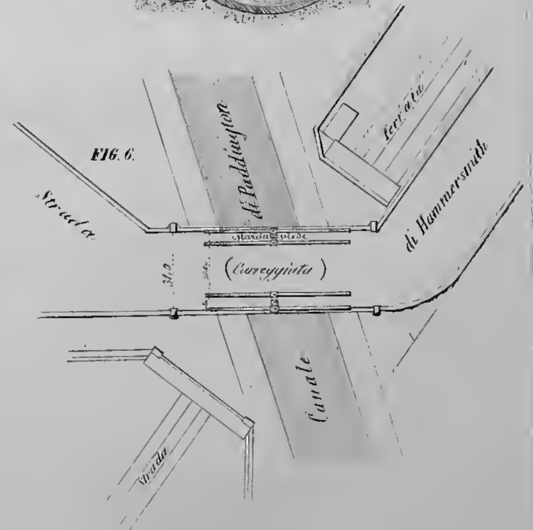


FIG. 7.

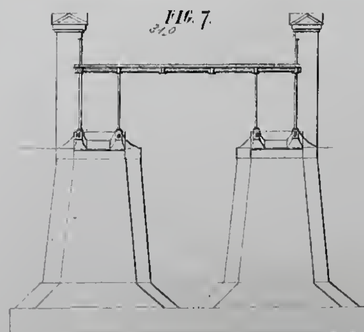
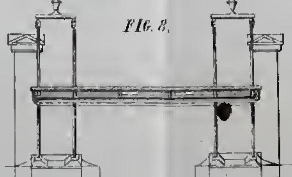


FIG. 8.



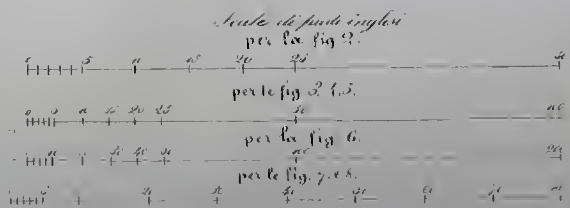



FIG. 1.

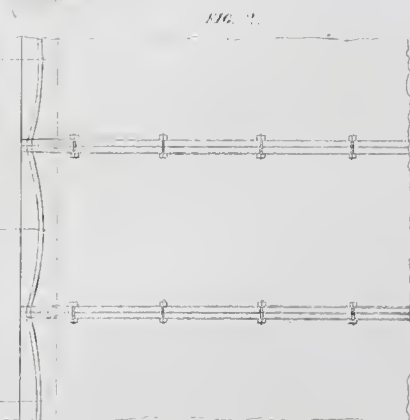
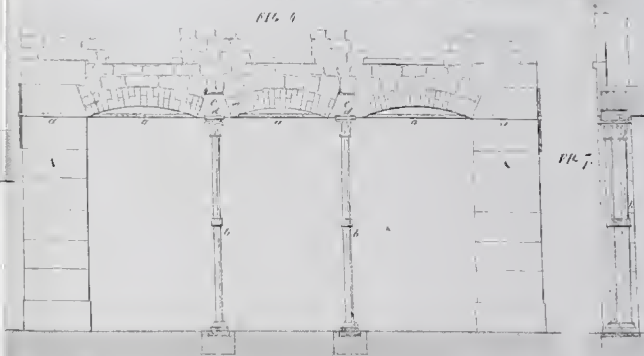
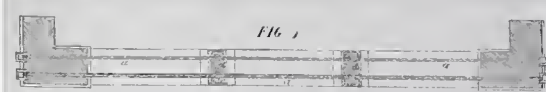
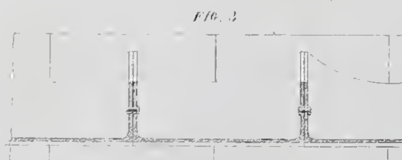
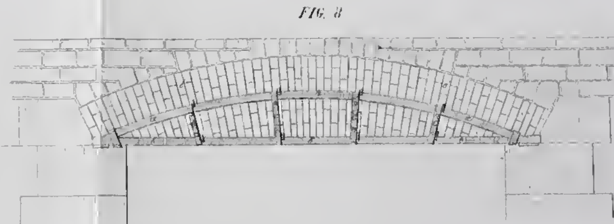

FIG. 2.

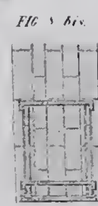

FIG. 6

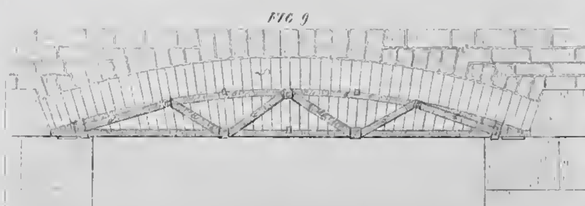

FIG. 4
FIG. 7.

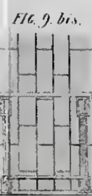


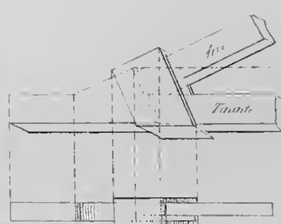

FIG. 3.

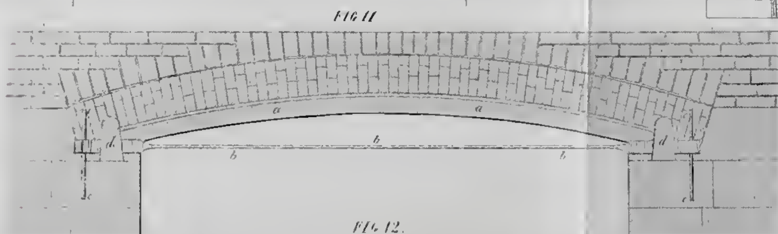

FIG. 8

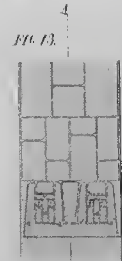

FIG. 8 bis.


FIG. 9


FIG. 9. bis.


FIG. 10.
Tirante


FIG. 11


FIG. 13.

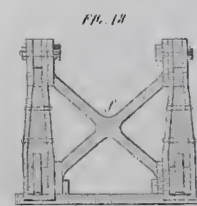

FIG. 18


FIG. 12.

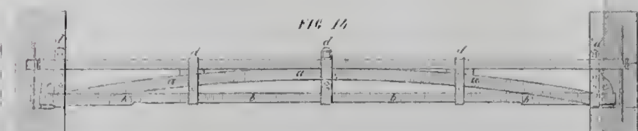
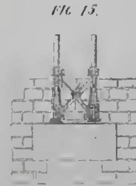
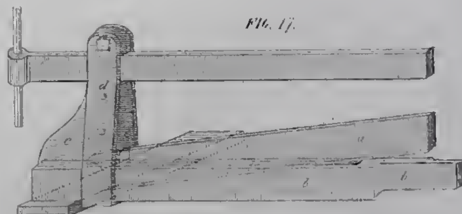
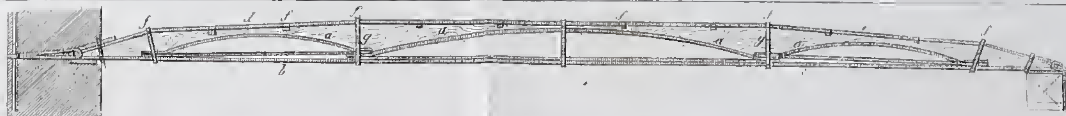

FIG. 14

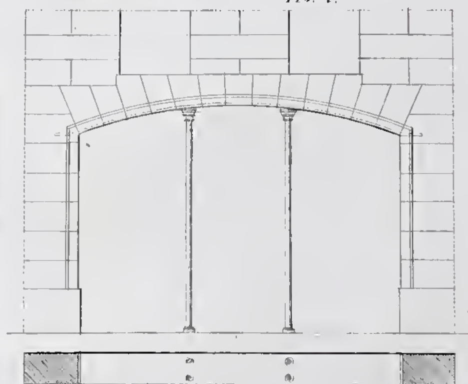

FIG. 16


FIG. 15.


FIG. 17.

Scale


FIG. 1.


FIG. 2.

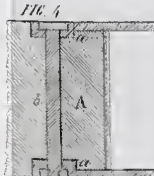
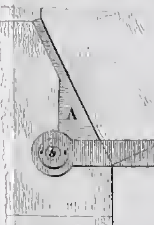

FIG. 4.
A


FIG. 3.


FIG. 5.
A

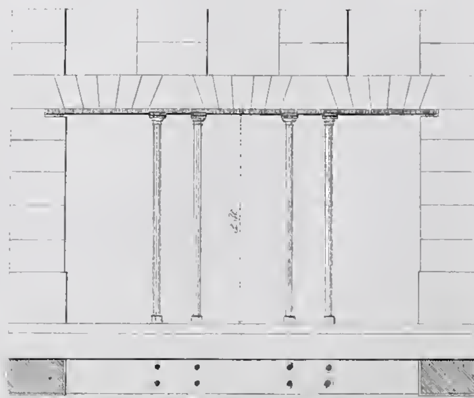
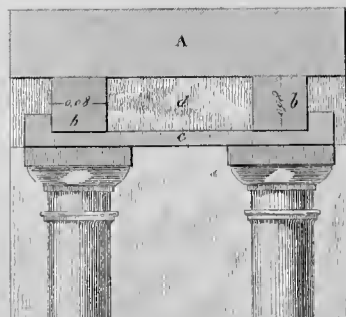
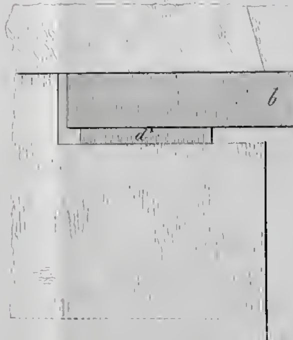
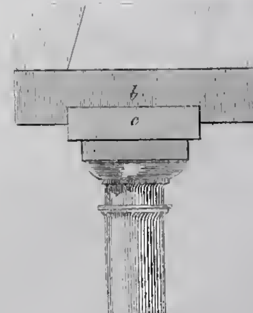
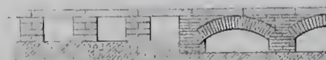

FIG. 6.

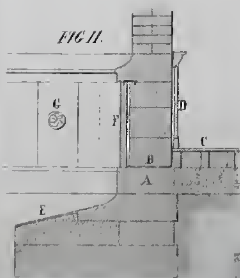

FIG. 7.

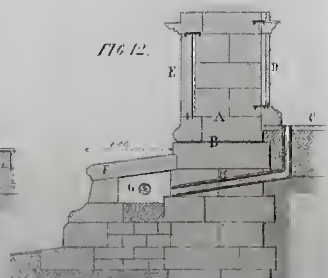

FIG. 8.
A
c

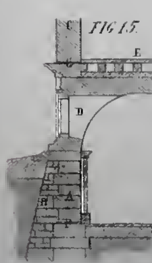

FIG. 9.
b
d


FIG. 10.
b
c


FIG. 13.
14.


FIG. 11.


FIG. 12.


FIG. 15.

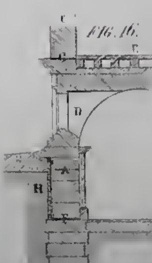
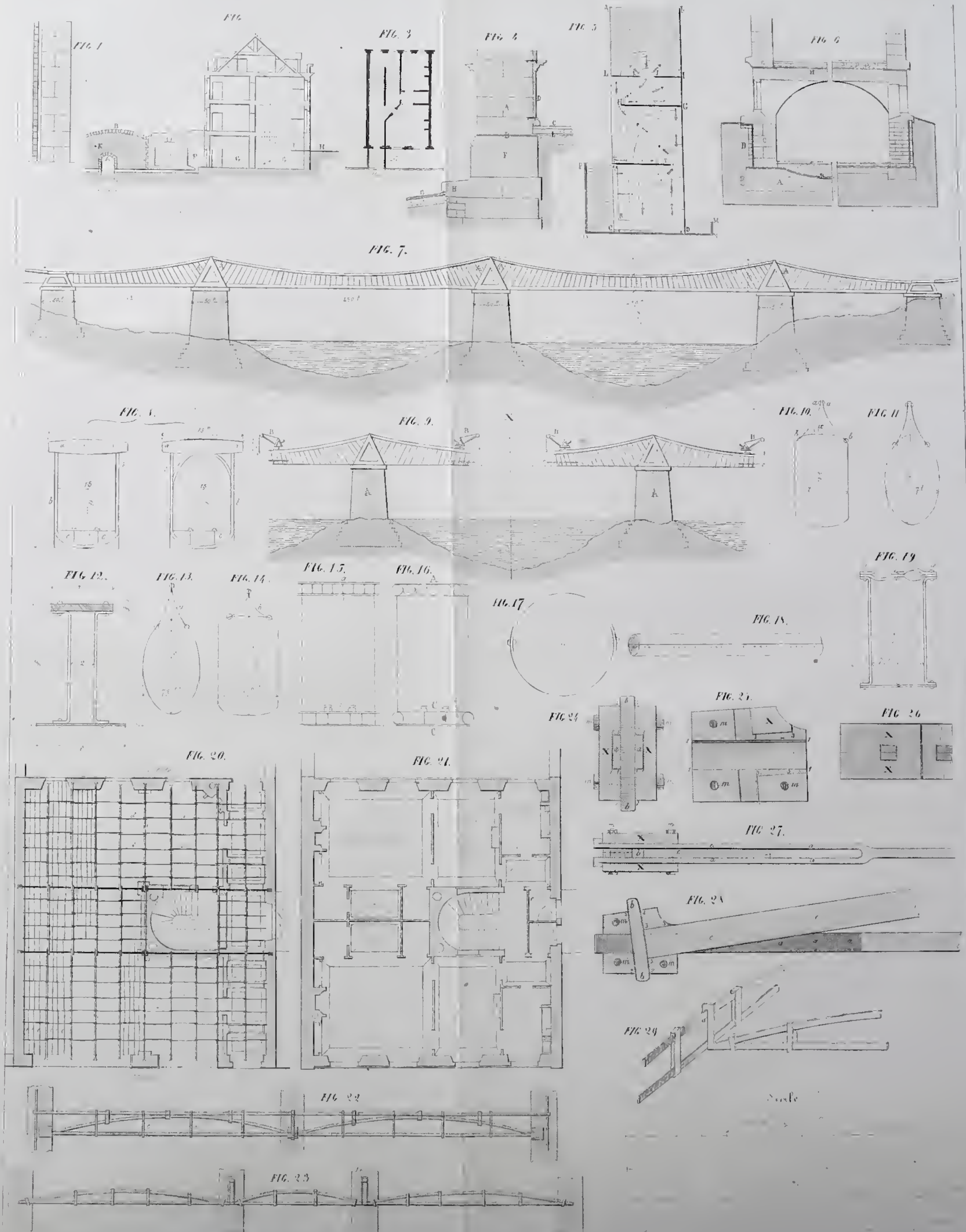
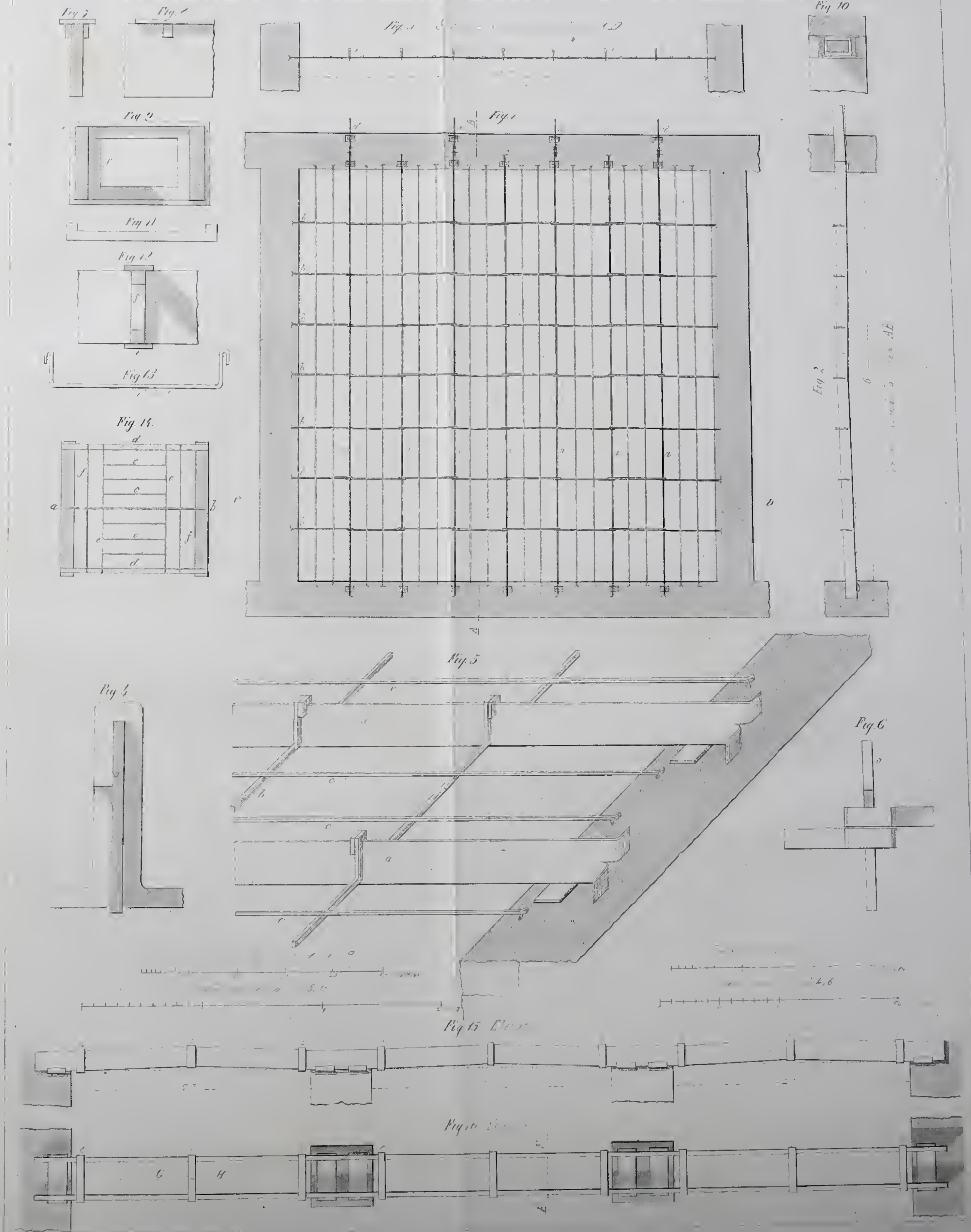
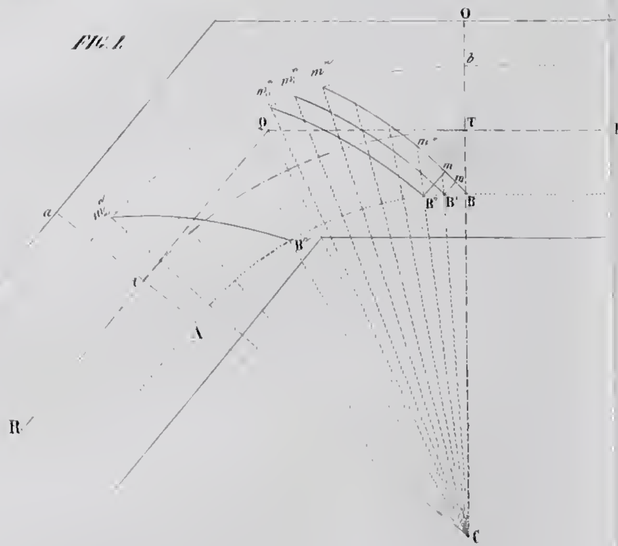
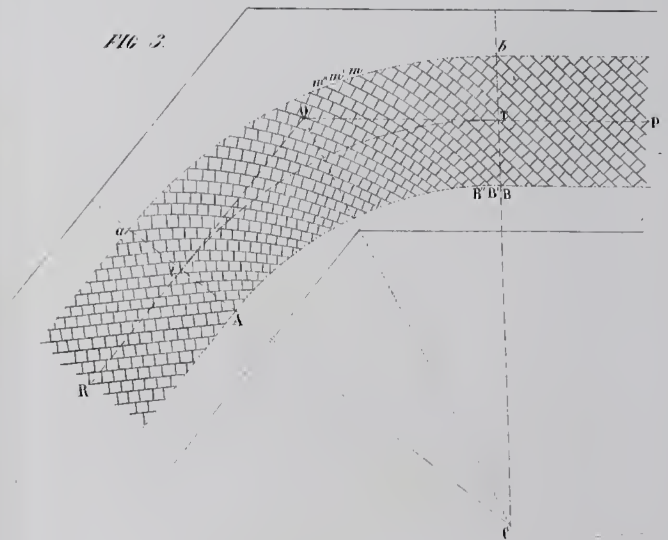

FIG. 16.

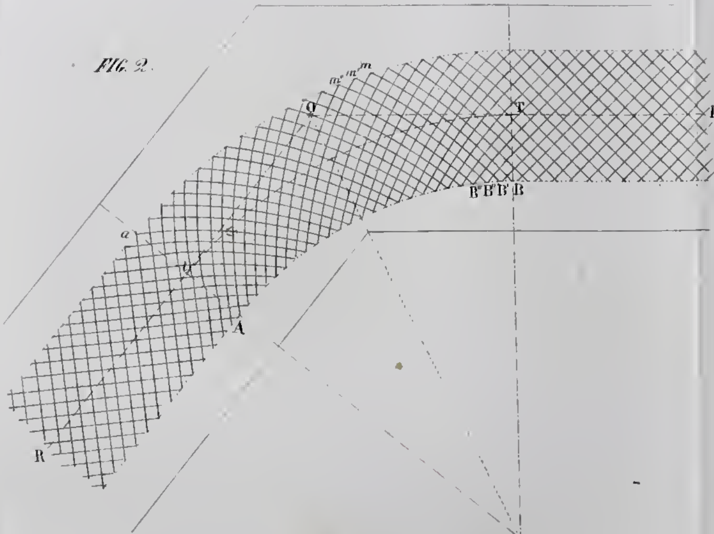

FIG. 17.

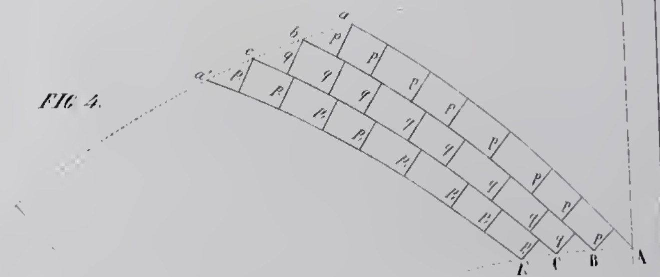

FIG. 1
FIG. 3
FIG. 4
FIG. 5
FIG. 6
FIG. 7.
FIG. 8.
FIG. 9.
FIG. 10.
FIG. 11
FIG. 12.
FIG. 13.
FIG. 14.
FIG. 15.
FIG. 16.
FIG. 17
FIG. 18.
FIG. 19
FIG. 20.
FIG. 21.
FIG. 22
FIG. 23
FIG. 24
FIG. 25.
FIG. 26
FIG. 27.
FIG. 28
FIG. 29
Scale

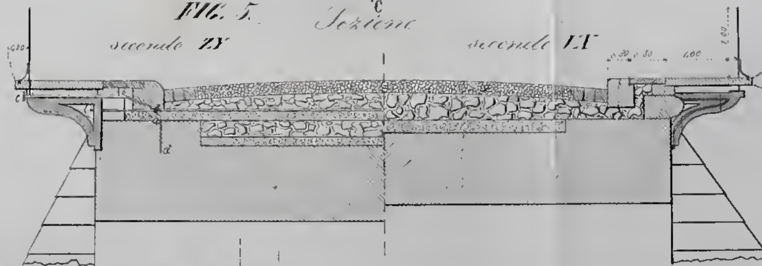

Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8
Fig. 9
Fig. 10
Fig. 11
Fig. 12
Fig. 13
Fig. 14
Fig. 15
Fig. 16

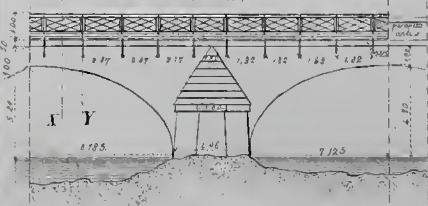


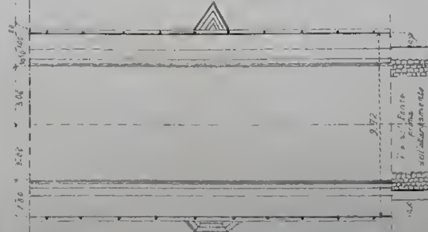




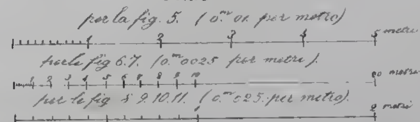




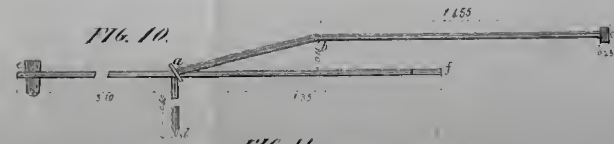




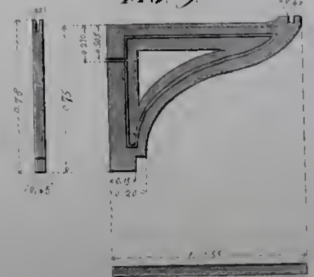
Scale
per la fig. 5. (0.m 01 per metro)
per le fig. 6. 7. (0.m 0025 per metro)
per le fig. 8. 9. 10. 11. (0.m 025 per metro)





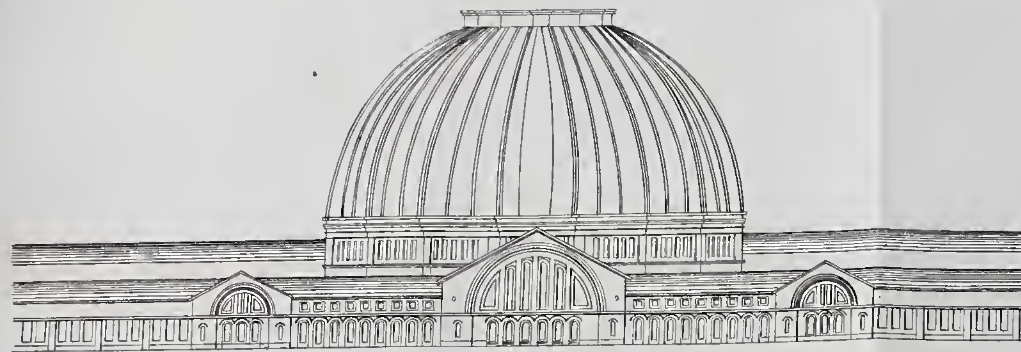




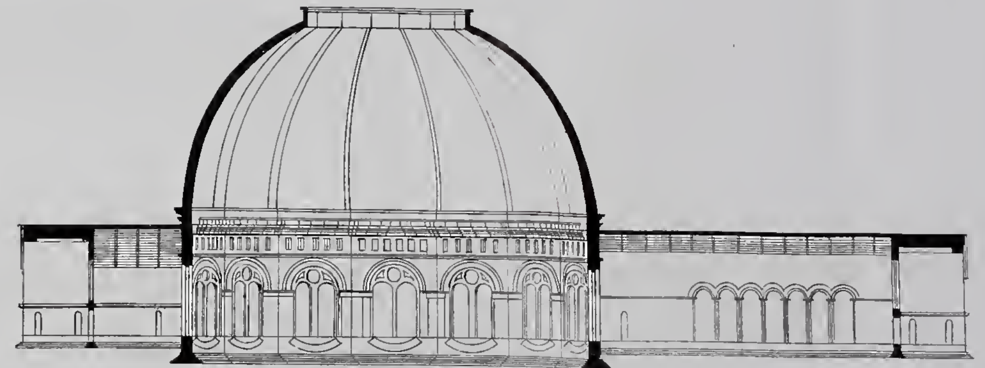


GRANDE ESPOSIZIONE DELL' INDUSTRIA DI TUTTE LE NAZIONI

(Progetto della Commissione)



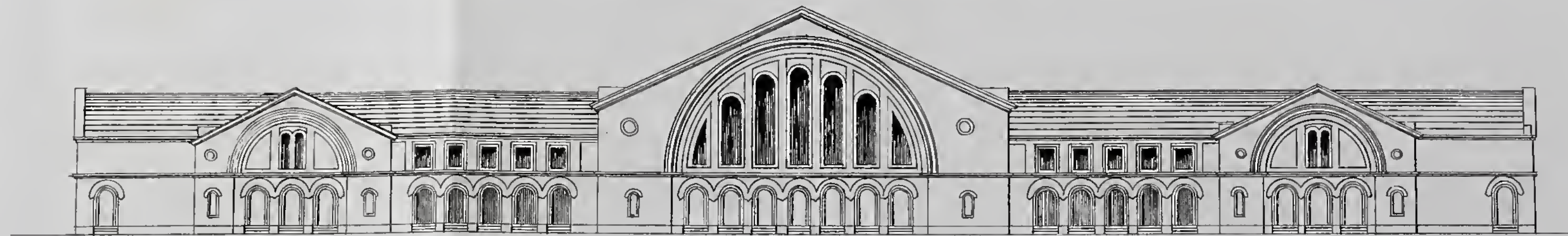
Parte centrale del Prospetto Meridionale



Sezione sulla linea AB a traverso alla Sala Centrale

Scala 0 50 100 150 200 Piedi

- a Tettoja.
- b Macchina a vapore.
- c Corridoio di comunicazione.
- d Sedili.
- e Sedili riservati.
- f Cortili.
- g Strumenti di Agricoltura.

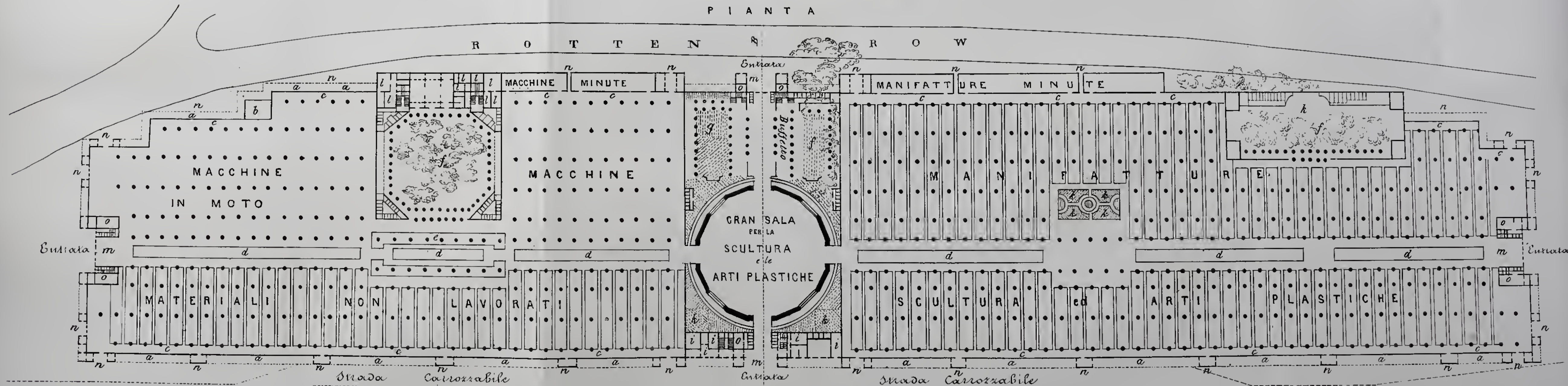


Prospetto Orientale ed Occidentale.

Scala 0 50 100 Piedi

- h Portinajo.
- i Uffizi.
- k Giardini.
- l Dipendenze del Buffetto.
- m Sale.
- n Porte di uscita.
- o Computisti.

PIANTA



Lit. Richter & C.

A. Porto di S. Malo — Fig. 1.

MANICA
Grève de Rocabay
Terreno prosciugato
Saint Malo
Grande Porta
Bacino
Pᵗᵉ Tatard
Gᵈ Tatard
Grève des Chales
Terreno prosciugato
Grande Rada
Saint Servan
Semaforo
Forte de la Cité
Pᵗᵉ Sᵗ Pere
Rada interna della di Dinard
Rance Fiume
Cala des Bas Sablons
Chiusa
Bacino

A. Molo des Noires di S. Malo — Fig. 2.

Fig. 8.
Sviluppo esterno 105ᵐ 00
Sviluppo interno 2... 00
Bastione Sᵗ Filippo
Banchina del porto anteriore

Fig. 9

Fig. 12.

D. Entrata del porto di Dieppe
Sezione secondo C.B. Fig. 10.
42ᵐ 00

B. Porto anteriore del Commercio a Cherburgo — Fig. 6.

Bacino
Porto anteriore del Commercio
a Cherburgo
Rada
Gettata dell'ovest
Spiaggia des Mielles
45.00
Fig. 5.
Fig. 13

Direzione de' venti dominanti
Gettata dell'est
Pianta dell'Entrata del porto di Dieppe — Fig. 11.
Gettata dell'ovest

A. Entrata del Porto di Honfleur — Fig. 4

C. Porto anteriore militare di Cherburgo — Fig. 7.

Chiusa
Scali
Porto anteriore militare
di Cherburgo
Forma di raddobbo
Chiusa
Bacino
Scali
100.25
Bastione del Galet
Rada

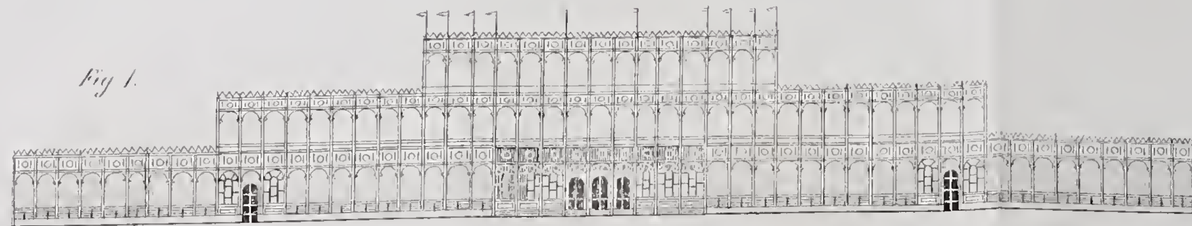
Fig. 3.

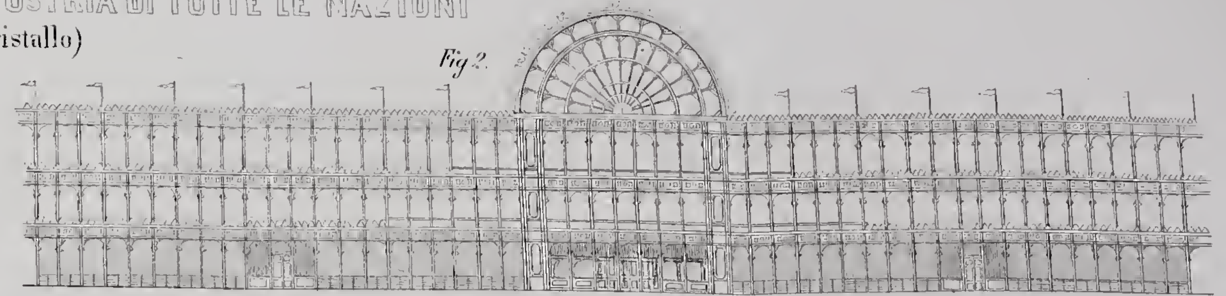
Sezione trasversale di un cuneo Fig. 14.
Sezione trasversale dell'arco Fig. 15.
Sezione trasversale dell'arco Fig. 16.
Pianta di una parte dell'arco Fig. 17.

Scala A di 0ᵐ 0005 per metro — 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 metri
Scala B di 0ᵐ 0015 per 100 metri — 0 100 200 300 metri
Scala C di 0ᵐ 025 per 100 metri — 100 200 300 metri
Scala D di 0ᵐ 0012 per metro — 10 20 30 40 50 60 metri

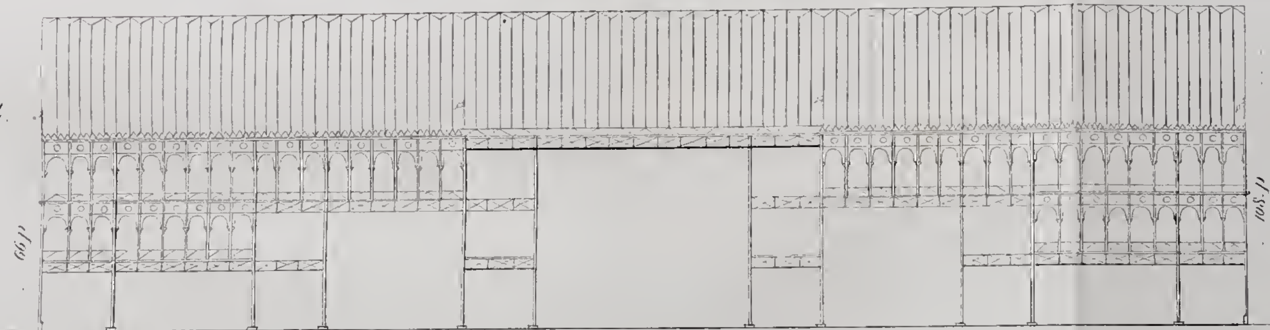
Lit. Richter & C.

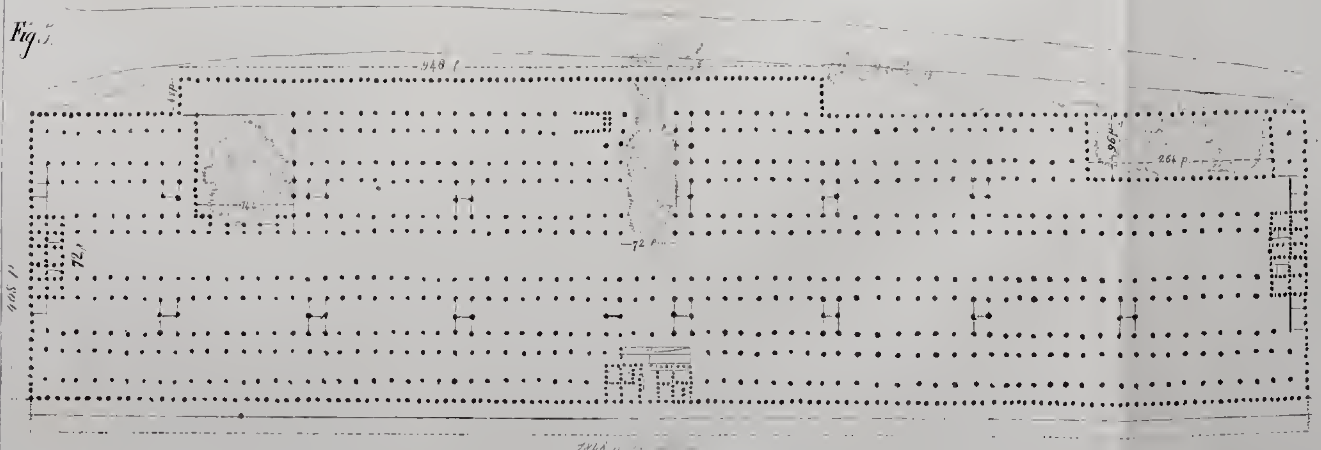
GRANDE ESPOSIZIONE DELL' INDUSTRIA DI TUTTE LE NAZIONI
(Palazzo di Cristallo)



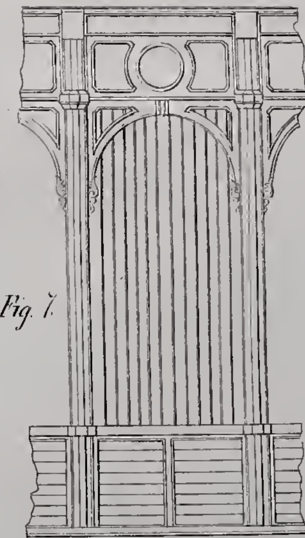


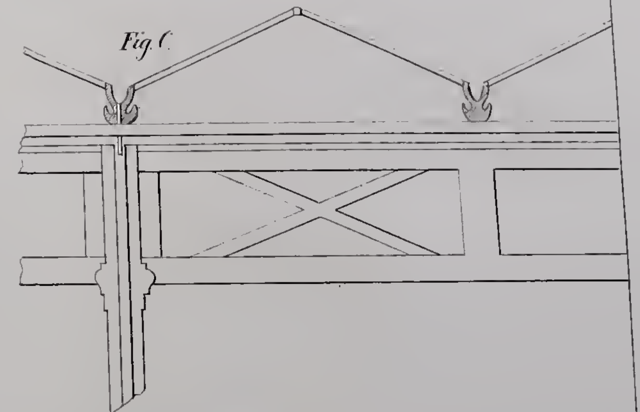








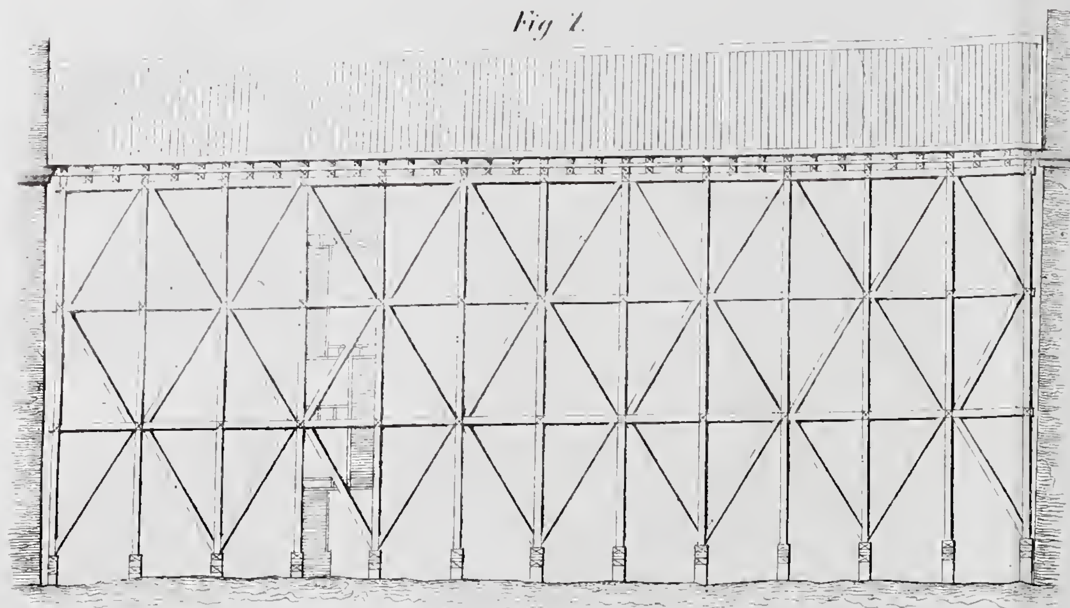




7. Parte della facciata del Pianterreno.
8. .... dei Piani superiori

Fig. 1. Prospetto laterale.
2. Ingresso meridionale, e volta centrale.
3. Prospettiva dell' edifizio.
4. Sezione trasversale.
5. Pianta.
6. Sezione di una parte del tetto.

Lit. Richter


Fig. 1.

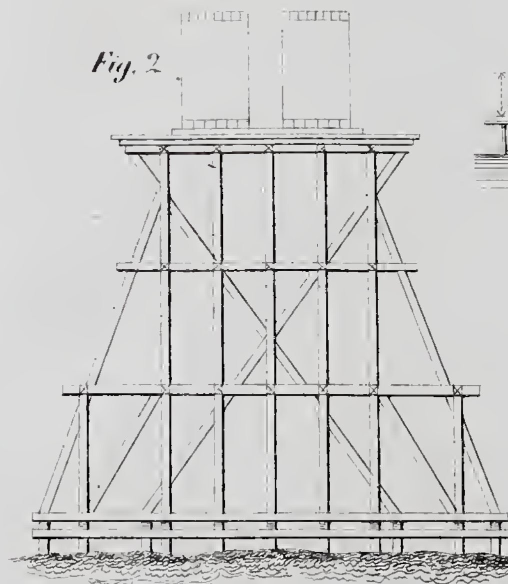
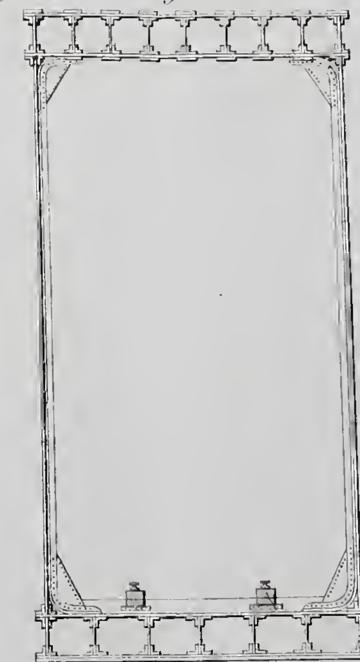
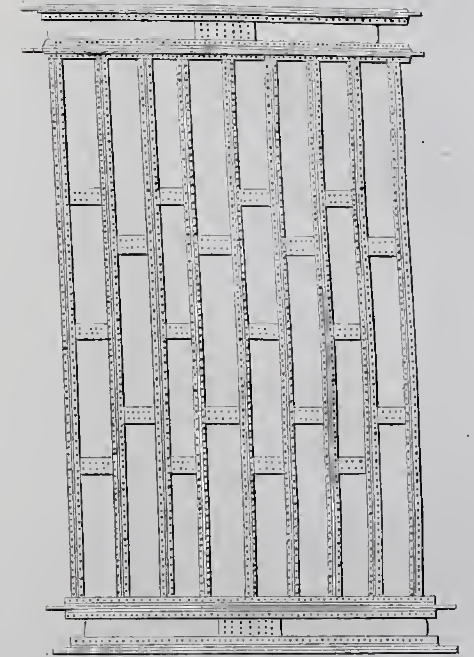
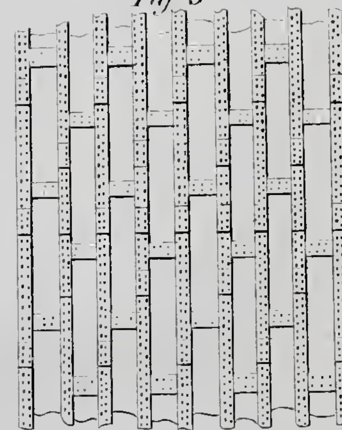

Fig. 2.

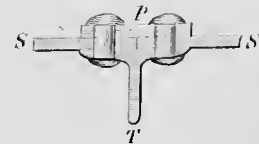

Fig. 3

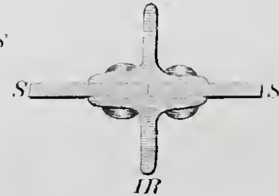

Fig. 4

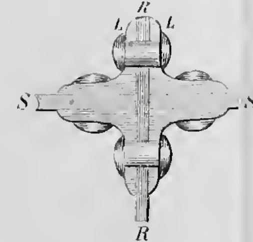

Fig. 5.


Fig. 6


T
Fig. 7.


Fig. 8
S
S
T


Fig. 9.
S
S


Fig. 10.
S
S
R

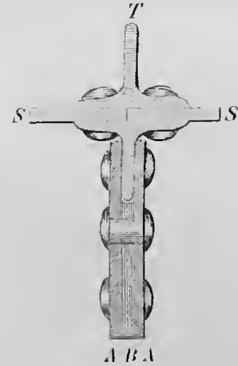
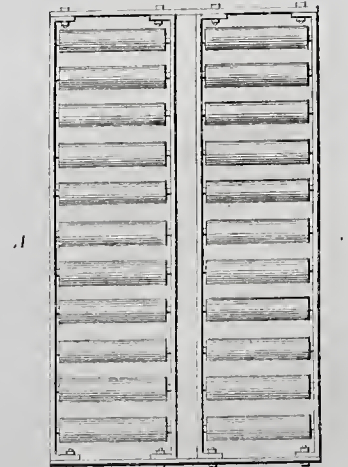
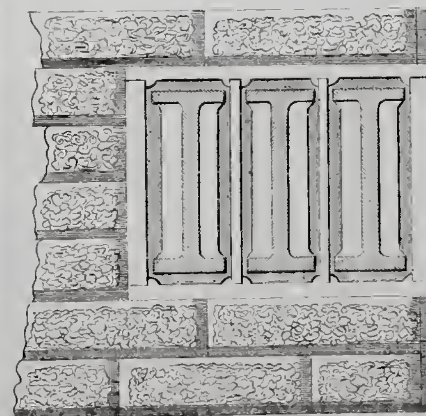
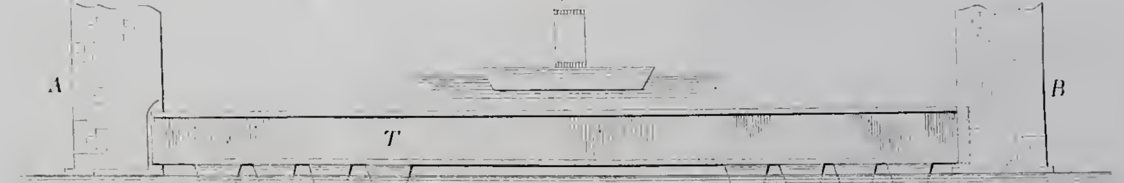
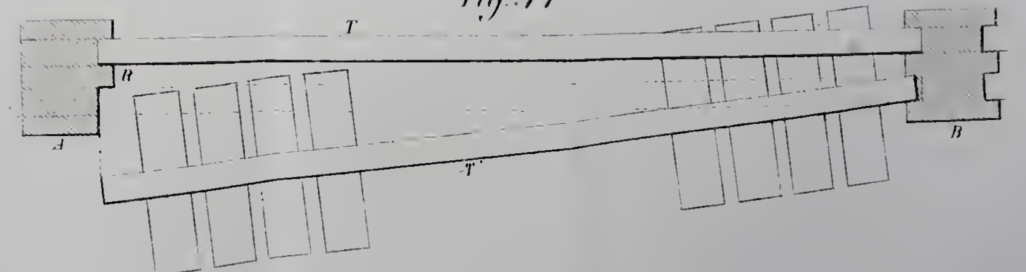

Fig. 11
T
S
S


Fig. 12


Fig. 13


Fig. 15.


Fig. 16
A
B
T


Fig. 17
T
B

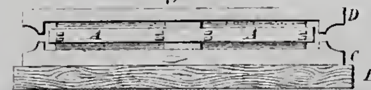

Fig. 14.
D
B


Fig. 1.

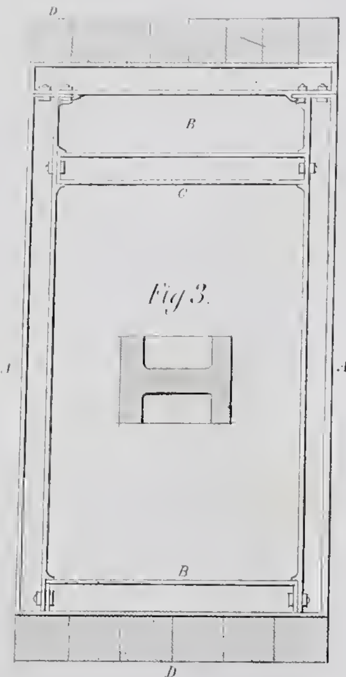

Fig. 2.

Fig. 3.


Fig. 4.

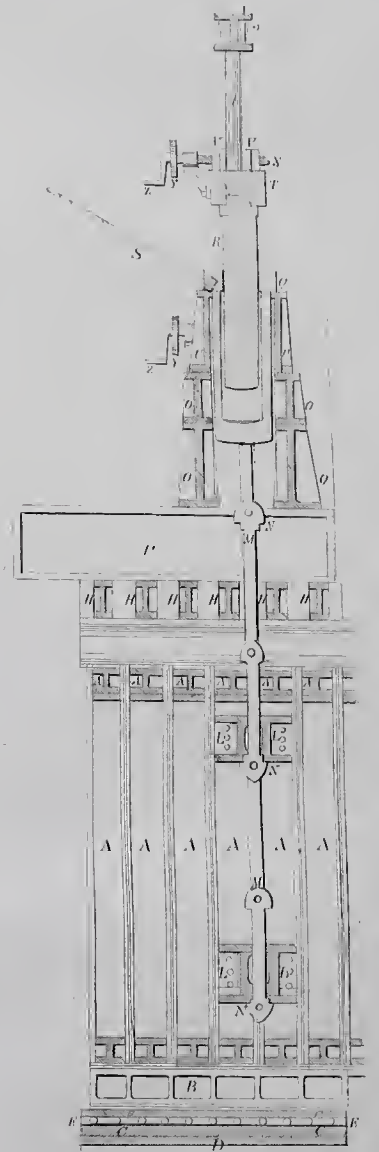

Fig. 5.



Fig. 6.

Fig 1

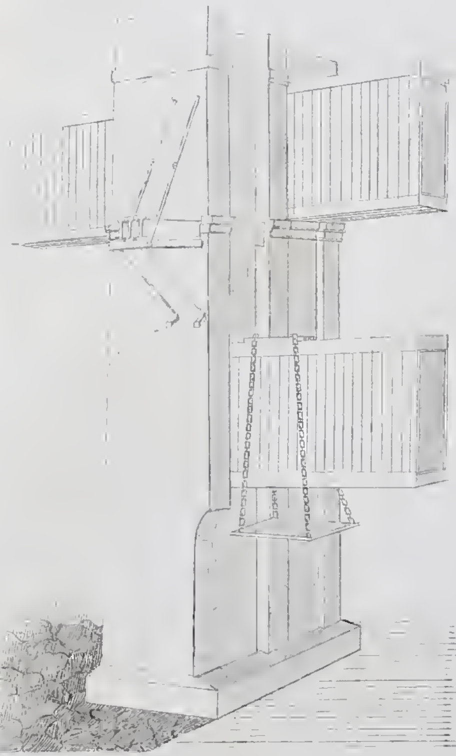


Fig 2.

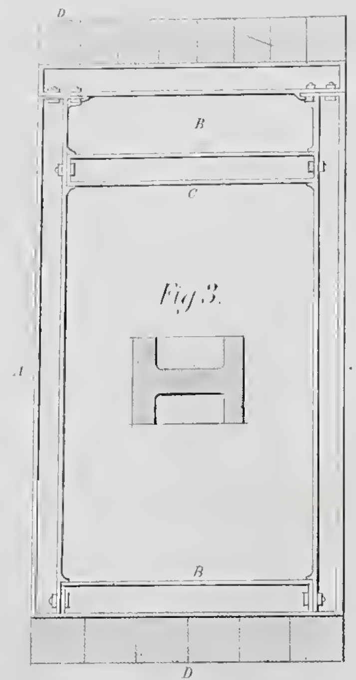


Fig 3.

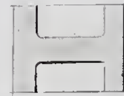


Fig 4



Fig 5

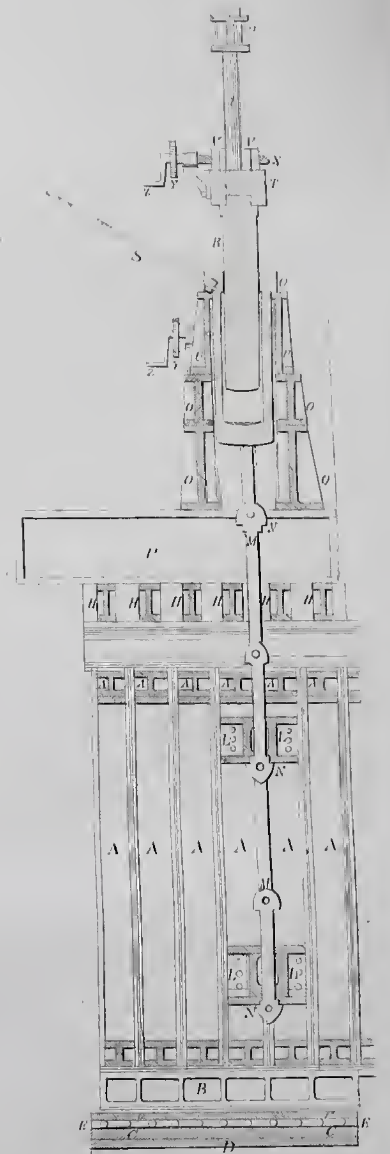


Fig 6



Lit Richter



DELLE OPERE PUBBLICHE E DELL' ARCHITETTURA

OPERA PERIODICA COMPILATA A CURA

DI

GIOV. ROSSI E N. DE ROSA

Ingegneri Alunni del Corpo di Acque e Strade.



ANNO 2.°

NAPOLI 1851 - 52.
DALLA TIPOGRAFIA DI GAETANO RUSCONI
Strada S. Anna de' Lombardi N.° 37.

PREFAZIONE

NEL dar principio al secondo volume di questa compilazione, lo facciamo con animo lieto, giacchè il suc-esso ha pienamente confermate le speranze da noi concepite nell' intraprenderla. Infatti il modo benevolo col uale è stato accolto il primo volume, non ostante le imperfezioni che in esso si trovano, e che a noi primi enne fatto di scorgervi, ci ha mostrato che questa pubblicazione soddisfaceva ad un desiderio sentito dalla lasse degli Ingegneri ed Architetti Italiani, offrendo loro un' opera periodica, come ne hanno la Francia ' Inghilterra e la Germania, la quale raccogliesse e diffondesse le notizie riguardanti le invenzioni ed i per-ezionamenti della scienza e dell' arte da loro professate, e che essi han riguardato piuttosto lo scopo del libro he il libro stesso, piuttosto il concetto che la forma ond' è rivestito, prevedendo che questa potea man mano erfezionarsi.

Ci corre pertanto l' obbligo di dichiarare che le accennate imperfezioni sono state in tutto indipendenti dalla ostra volontà: alcune inevitabili nel primo periodo di ogni intrapresa di questo genere, alcune altre da potersi olo per effetto dell' esperienza e con progresso di tempo notare ed emendare. Involontario è stato pure il ri-ardo che ha avuto luogo nella pubblicazione de' fascicoli del primo volume, ritardo che niente influisce per ltro sull' utilità dell' opera, e dal quale non vanno esenti nemmeno le opere periodiche straniere della stessa atura, sebbene da più lungo tempo stabilite. Nondimeno, per conservare un andamento regolare alla pubbli-azione, ci siamo indotti a dar fuori per gli anni 1851 e 1852 un solo volume, ripartito come il primo in sei fascicoli, che verranno alla luce, per quanto è possibile, ogni due mesi.

Il primo volume degli Annali è stato quasi interamente composto di articoli tratti da opere periodiche stra-niere, e vi è scarso il numero degli articoli originali; non crediamo però che di ciò possa farsi a noi un rimprovero, giacchè il nostro precipuo scopo è stato quello di render comuni ad una classe numerosa quelle notizie che prima rimanevan privilegio di pochi, o perchè scritte in lingue straniere e non a tutti note, o per-chè sparse in opere svariate e di molti costo fra materie meno importanti. È perciò appunto che i fogli degli Annali presentano con un prezzo tenue una gran quantità di materia. Siccome però abbiamo voluto che que-st' opera, conservando il modesto carattere di una semplice compilazione, offrisse ancora, a coloro che vogliono rendere di pubblica ragione il frutto delle loro scientifiche ad artistiche investigazioni o della loro esperienza, un mezzo migliore che non è quello di opuscoli separati i quali non tanto facilmente si diffondono, così rinno-viamo qui la dichiarazione che accoglieremo sempre con soddisfazione gli articoli comunicati, purchè sieno di natura tale da corrispondere all' indole dell' opera.

Da parte nostra porremo ogni studio per rendere il nostro lavoro meno imperfetto, aumentando le fonti dalle quali sono tratti gli articoli, estendendo la categoria di giurisprudenza, che sappiamo riuscir gradita agli architetti adoperati come periti giudiziarî, facendo una miglior ripartizione fra gli articoli che concernono l' arte dell' Ingegnere e quelli che riguardano l' Architettura Civile, e raccogliendo infine nella Miscellanea, che sarà anche estesa, le notizie delle scoperte più recenti e delle quali non sono ancora ben noti i particolari o che sono solo di un interesse indiretto per l' Architetto o per l' Ingegnere, ed i cenni delle più importanti opere eseguite.

N. B. *Le annotazioni segnate con numeri progressivi appartengono agli articoli stessi che si riportano; quelle segnate con lettere dell' alfabeto sono de' compilatori.*

ANNALI

DELLE OPERE PUBBLICHE E DELL' ARCHITETTURA

RICERCHE

Intorno all' uso delle sostanze bituminose nella costruzione delle strade, alla natura, la composizione, le proprietà di queste sostanze ed alle loro diverse applicazioni

Pel sig. de Coulaine Ingegnere di Ponti e Strade.

(Annales des Ponts et Chaussées. — 1850

Capitolo I.

Primo saggio di coperte inghiaiate. — Cause della loro cattiva riuscita.

I primi saggi di strade in bitume sono stati tentati a Parigi nella piazza di Luigi XV, dirimpetto alla chiesa San Rocco, ed alla imboccatura di qualche strada su'baluardi (a). In questi saggi, un selciato di $0^{m}.15$ di spessezza circa, composto di frammenti di quarzo e di mastice di bitume di carbon fossile, fu posto sopra uno strato di sabbia: si lasciarono fra le pietre di questo selciato delle commessure di tre a quattro centimetri che si riempivano poscia di mastice.

I risultamenti ottenuti sono stati ben lungi dal corrispondere alle speranze che si erano concepite. Il bitume di carbon fossile, che è friabile specialmente ad una temperatura bassa, si è prontamente polverizzato; le pietre si sono disgregate, e la strada da principio compatta è ben tosto divenuta più ineguale del peggior lastricato.

Altri saggi di uno smalto avente a base il bitume di carbon fossile non han dato migliori risultamenti.

Il difetto principale di questi saggi era nella composizione del mastice bituminoso, che per resistere all'azione continua delle ruote deve, in luogo di esser rigido e fragile, conservare durante i più grandi freddi una malleabilità che ad esso permetta di cambiar figura senza rompersi. In questi primi saggi la durezza era la sola qualità che si aveva in veduta, mentre dovea piuttosto aversi riguardo alla cedevolezza. Si comprenderà bene che partendo da principî diametralmente opposti noi siamo arrivati a risultamenti del tutto diversi.

Prima di descrivere le esperienze che abbiamo fatte per questo oggetto, è indispensabile entrare in alcuni particolari sulla natura, le proprietà e la composizione delle materie bituminose.

Capitolo II.

Composizione, e proprietà delle sostanze bituminose.

Composizione de' mastici bituminosi. — Questi mastici si compongono principalmente di bitume, o catrame minerale, e di pietra calcare. Nella maggior parte delle applicazioni si aggiunge della sabbia ghiaiosa a queste due sostanze. Ma la scelta del catrame e della pietra calcare è solo importante. Passiamo ad indicare le qualità delle quali questi materiali debbono esser forniti.

Composizione, proprietà e qualità del catrame. — I bitumi o catrami appartengono alle classe de' combustibili minerali. Alla temperatura ordinaria essi sono talvolta secchi e fragili, talvolta molli, vischiosi ed anche liquidi. Nello stato di mezzo essi si distendono e colano lentamente, e si veggono anche cedere progressivamente sotto il peso del corpo più leggiero, mentre che un corpo molto più pesante lanciato sulla loro superficie ne vien rimbalzato senza lasciarvi traccia sensibile.

(a) La strada de' baluardi (*boulevards*, detta ancora *boulevards interieurs du nord* o *grands boulevards* per distinguerla da altre strade dello stesso nome) fu costrutta sotto il regno di Luigi XIV, nel sito occupato da un' antica cinta di fortificazione, rimasta nell'interno della città per l' ingrandimento della medesima. Questa strada che è la principale di Parigi si divide in dodici porzioni, ciascuna delle quali ha un nome particolare si estende per la lunghezza di 4800 metri, ed ha una larghezza di circa venti metri oltre due marciapiedi di circa otto metri ciascuno ombreggiati da alberi.

Essi provano pel freddo una grande contrazione.

Essi si fondono perfettamente poco al disopra de' 100 gradi centigradi. Da' 120 gradi a' 140 gradi spandono un fumo denso ed entrano in ebollizione. Il prodotto della loro distillazione è un olio le cui proprietà variano secondo la natura del catrame.

Secondo che questa distillazione s' inoltra, la liquidità e la cedevolezza del bitume diminuiscono sempre più. Allorchè infine i vapori sono quasi interamente cessati, non resta più che una sostanza nera, brillante, molto fragile alla temperatura ordinaria, e che con un fuoco più prolungato si decompone con la più grande facilità.

Mettendo in contatto i due elementi che sono stati separati dal calore, si riuniscono di nuovo e riproducono il catrame sottoposto dapprima all' esperienza.

I catrami minerali presentano dunque una composizione simile a quella da corpi grassi, e contengono due principî analoghi alla *stearina*, ed all' *oleina*. Egli è da questa composizione, che finora ci sembra non sia stata osservata, che hanno origine tutte le proprietà de' bitumi al pari che quelle de' mastici de' quali essi formano la base principale.

Non si era peranche notata la causa delle differenze che si osservano nelle loro qualità; questa causa sembra consistere interamente nella natura dell'olio che contengono.

Così l' olio che contiene il catrame di carbon fossile o *coltar*, spande un odore molto sgradevole simile a quello dello stesso catrame. Perfettamente limpido, e senza colore dopo che si è fatto distillare, esso si colora e si carbonizza in contatto con l' aria. Esso è molto volatile anche alla temperatura ordinaria. Perciò il catrame di carbon fossile si dissecca con la più gran rapidità e non produce che mastici fragili. Invano, risparmiando il fuoco, si ottiene una consistenza conveniente: questa consistenza si altera prestamente per l' evaporazione spontanea dell' olio di cui abbiam parlato.

Il catrame di Bastennes, al contrario, fornisce un olio molto più fisso, molto più consistente, che non isvapora sensibilmente all' aria libera. Perciò, conformandosi alle prescrizioni che saranno in appresso indicate, si compongono con questo bitume de' mastici eccellenti.

Abbiam dato allo stesso catrame di carbon fossile una parte delle qualità del catrame di Bastennes, concentrandolo convenientemente, e sostituendo all' olio svaporato un olio più fisso. De' marciapiedi costrutti con bitume così preparato si sono bene mantenuti.

Ma la sostituzione della quale trattasi, per esser completa presenterebbe grandi difficoltà. Abbiam veduto infatti che quando la distillazione si approssima al suo termine il bitume si decompone. Si è dunque costretti di non portare questa distillazione tant' oltre, e ne deriva che il catrame ottenuto in tal modo contiene ancora olio volatile. Se la sostituzione fosse compiuta, si otterrebbe allora ad un prezzo quasi eguale a quello del catrame di Bastenne che si trova in commercio.

Composizione e qualità delle pietre calcari. — Ci resta parlare delle qualità che debbono presentare le pietre calcari ch' entrano nella composizione de' mastici bituminosi. Queste si dividono in due categorie: 1.° calcari propriamente detti; 2.° asfalti naturali o calcari bituminosi.

I calcari propriamente detti debbono esser puri od almeno tali da non contenere che una proporzione molto piccola di sostanze estranee. Il solfo rendendo i mastici friabili, bisogna rigettare le rocce che ne contengono. Acciò che il calcare possa unirsi facilmente al catrame è indispensabile che sia prima ridotto in polvere impalpabile. Abbiamo usato con vantaggio la calce viva polverizzata.

I calcari bituminosi che si conoscono fin' oggi sono gli asfalti di Seyssel, di Val di Travers, e di Lobsann essi sono composti principalmente di calce carbonata e di un bitume perfettamente identico al catrame di Bastennes. Questi due elementi sono generalmente nella proporzione di nove parti di calcare ad una di bitume.

Prima di sottoporre le roccia alla cottura è indispensabile di ridurla in polvere fina, o con un mezzo meccanico o con l' azione del calore, che la fa screpolare e ridurre in polvere. In questo stato essa si combina rapidamente col catrame.

I calcari puri al contrario richieggono un fuoco prolungato, che può spesso alterare la qualità del mastice. È a temersi inoltre che l' unione del bitume e del calcare non sia perfettamente intima e che il mastice non possegga tutta l' omogeneità desiderabile Siccome l' uso del calcare non presenta d' altra parte economia considerabile, non bisogna esitare a dare la preferenza agli asfalti naturali.

Sicchè, riepilogando, le due sostanze che debbono formare la base principale della composizione de' mastici bituminosi sono:

1.° Il catrame di Bastennes.

2.° Le rocce calcari asfaltiche.

Qualità della sabbia.—Per quanto riguarda le sabbie ghiaiose che si uniscono nella maggior parte delle applicazioni, esse debbono soddisfare ad una sola condizione, cioè essere esenti da materie terrose.

Capitolo III.

Preparazione ed uso de' mastici bituminosi destinati per la costruzione delle strade e di altri lastricati.

Stabiliti questi principî preliminari, passiamo ad esporre il metodo di cui ci siam serviti per la preparazione del mastice destinato alla costruzione delle strade.

Proporzione delle materie impiegate.—Le sostanze che abbiamo indicate, adoperate con le debite precauzioni, danno

ccellenti risultati quando si tratta di stabilire pavimenti rdinari. Per le strade non avviene così. Diviene allora ecessario l'uso d'un olio fisso per dare al mastice tutta malleabilità, e tutta la cedevolezza conveniente.

L'olio di cui abbiam fatto uso è l'olio di resina (1). i possono sostituire altri olî grassi non disseccanti, ma odore ne è sgradevole ed il prezzo molto più elevato.

Le materie di cui si è parlato si debbono usare con le guenti proposizioni:

Catrame di Bastennes	chilogr.	7.5
Asfalto di Seyssel		90.0
Olio di resina		2.5
Sabbia		60.0

Cottura.—Queste materie s'introducono successivamente elle caldaie destinate alla cottura tav. I, fig. 1. Si comincia dal fondere il catrame, quindi si aggiunge l'asfalto i piccole porzioni. Quando la polverizzazione di quest'ultimo si opera col calore, giova di fare le due operazioni imultaneamente e versare l'asfalto nella caldaia quando sso è ancor caldo. Si fa così economia di catrame, si diminuisce la spesa del fuoco, e la preparazione del mastice i fa con più sollecitudine. Infine, quando l'asfalto è compiutamente sciolto nel catrame, si adopera l'olio e la abbia.

Durante tutta questa operazione è indispensabile rimetare la materia quasi continuamente, affinchè la combiiazione sia perfetta, ed il mastice che tocca le parete lella caldaia non sia esposto ad esser bruciato, fig. 2.

La preparazione è al suo termine quando le piccole bolle li vapore vengono a rompersi sulla superficie della caldaia viluppando un leggiero fumo azzurriccio. Bisogna allora erificare se il mastice è concentrato ad un grado conveniente.

Noi abbiamo veduto in fatti che la cedevolezza del carame diminuisce progressivamente, secondo che esso perde on l'evaporazione una parte dell'olio che contiene. Avviene lo stesso pel mastice. La consistenza che prenderà raffreddandosi non dipende solo dalla proporzione delle naterie adoperate. Essa dipende pure dalla composizione lel catrame e dello asfalto, come dalla durata ed intenità del riscaldamento.

Ora lo stato presente della materia non potrebbe indiare questa consistenza, perchè, ad una temperatura eleata, i due elementi de' quali si compongono i bitumi, anno al mastice lo stesso stato di liquidità. Così una calaia di mastice pastosa e difficile a rimestarsi, perchè non ontiene abbastanza di sostanze bituminose, fornisce nonimeno un prodotto molto molle, se la proporzione di olio è troppo forte, mentre che il mastice il più fluido può diventare fragile quando eccede l'altro elemento. È facile vedere che questi due casi si presentano spessissimo. Supponiamo per esempio che il catrame impiegato sia molto molle, cioè che contenga gran quantità di olio, bisognerà far evaporare la più gran parte di quest'olio, e la materia diverrà forse troppo densa per la applicazione prima che col raffreddamento possa giungere ad una durezza sufficiente. Avverrebbe al contrario se il catrame fosse troppo concentrato.

La durata del riscaldamento non potrebbe neppure servire di regola; perchè l'intensità del fuoco, la temperatura esterna, la forza del vento, hanno egualmente una grande influenza su' risultamenti.

Pertanto è indispensabile di assicurarsi che il mastice adempia alle condizioni richieste, e che dopo che si pone in uso non presenti nè un eccesso di durezza, che ne cagionerebbe la rottura, nè un eccesso di mollezza che produrrebbe de' cangiamenti di forma e lo renderebbe più incomodo al transito. Colui che ne fa l'applicazione può bene giudicare se la materia è liquida per quanto conviene nel momento che cola; ma come abbiam detto non potrebbe giudicare in modo alcuno della consistenza ch'essa acquisterà dopo che si sia raffreddata. Bisognerebbe trovare un mezzo semplice, e pronto per misurare questa consistenza. Ecco il procedimento ideato.

Saggio preliminare del mastice. — Sopra una piccola piastra di latta che abbia gli orli curvati, l'operaio incaricato della vigilanza delle caldaie fa colare una piccola mostra di mastice di 7 in 8 centimetri di lunghezza su 5 o 6 di larghezza ed un centimetro e mezzo di spessezza in circa. Agita questa mostra nell'acqua mantenuta alla temperatura di 25 gradi centigradi. Dopo due minuti la mostra trovandosi anch'essa ridotta a questa temperatura si sottomette all'esperimento seguente.

L'operaio munito di una tavoletta armata di due punte di acciaio che abbiano la forma di piramidi quadrangolari l'altezza delle quali sia uguale al lato della base, fig. 3, situa una di queste punte sulla mostra in parola, e l'altra sopra una seconda mostra preparata prima con mastice consistente al grado che si vuole, e mantenuta alla stessa temperatura; quindi egli sale sulla tavoletta, e vi resta per cinque secondi, dandole un movimento continuo di va e vieni, in modo da far penetrare le punte nelle due mostre. Perchè il mastice abbia un grado di cottura conveniente, bisogna evidentemente che le due impronte siano simili. Si può del resto valutare in modo assoluto la consistenza della materia sottoposta al saggio, misurando direttamente la larghezza della impressione, che per la figura della punta, come innanzi si è detto, è uguale alla sua profondità.

Risulta da numerose esperienze che abbiamo fatte sul proposito, che il peso dell'operaio essendo di 60 a 70

(1) L'olio da noi impiegato viene dalla fabbrica del sig. Tauin, negoziante a Bordeaux.

chilogrammi, questa larghezza dev' esser di 7 ad 8 millimetri pel mastice destinato alla costruzione delle strade.

Per le cappe e coperture di fabbricati, la larghezza dell' impressione dovrebb' esser di 6 a 7 millimetri; pei marciapiedi e lastricati all' esterno di 5 a 6 millimetri. In quest' ultimo caso l'aggiunzione dell'olio di resina non è più necessaria, a meno che la cottura non siasi di molto prolungata.

Quando la larghezza della impressione è inferiore a 5 millimetri, il mastice che soffre, per un cambiamento di temperatura, maggiore restringimento della maggior parte degli altri corpi, non possiede più durante il freddo bastante cedevolezza perchè questo movimento possa operarsi interamente nel senso verticale. Esso si fende allora spontaneamente, il più spesso nel senso delle saldature.

Le indicazioni precedenti sono applicabili solamente al clima della Francia : esse dovrebbero evidentemente esser modificate pe' paesi ne' quali la temperatura media è differente.

Se la larghezza della impressione è più piccola delle dimensioni che si son fissate innanzi, si aggiunge dell' olio, si rimesta la caldaia, e si fa una novella esperienza, e così di seguito fino a che l' impressione sia giunta alla voluta larghezza. Nel caso che l' olio rendesse il mastice troppo liquido, si ricorrerebbe all' uso d' una certa quantità di asfalto e di sabbia.

Quando al contrario l'impressione oltrepassa questa larghezza, si continua a riscaldare la materia fino a che il mastice si sia sufficientemente concentrato. Se in quest'ultima operazione la materia diviene troppo pastosa, bisogna ridurla con un' aggiunzione di catrame ad uno stato che permetta di stenderla facilmente; si deve per altro evitare con cura di renderla troppo liquida, perchè un eccesso di fluidità avrebbe il doppio inconveniente di dare al lastricato maggior mollezza durante i grandi calori, e maggior durezza durante i freddi. In fatti affinchè le variazioni di temperatura esercitino la stessa azione su' mastici bituminosi non è bastante ch' essi abbiano la stessa consistenza ad un grado determinato del termometro, bisogna ancora che soddisfacciano a questa condizione per un altro grado, per quello per esempio che corrisponde alla loro fusione; egli è bene evidente che per quanto meno quest'ultimo stato differisce dal primo, meno essi sono sensibili alle alternative del caldo e del freddo; perchè è questa la prova che essi contengono una più grande proporzione dell' elemento che conserva sempre il suo stato liquido.

In fine, quando l' impressione è giunta ad una dimensione compresa tra i limiti fissati, si toglie il fuoco perchè il mastice non si concentri di più, e si procede a metterlo in opera.

Questo modo di esperimento che non era stato indicato fin' oggi ha maggior importanza della stessa scelta delle materie.

Applicazione del mastice. — Questa operazione si esegu come pei lastricati ordinarî, a fasce di una larghezza tal che un uomo possa tenersi comodamente a cavallo a disopra senza toccare gli orli, cioè di $0^{m}.75$ circa.

Si fa uso a tal'uopo di regoli di legno la cui spes sezza dev' esser in rapporto con quella che si vuol dar allo strato bitumineso. La materia è distesa col mezzo d una spatola di legno, fig. 4, ed è messa a livello con u regolo quadrato di $0^{m}.07$ di grossezza in circa, che pe la prima lista si appoggia su due regoli, e per le liste se guenti sulla lista precedente e sopra un solo regolo.

A mano a mano che si agguaglia la materia, un altr operaio spande sabbia sulla superficie col mezzo di ur crivello. Quando egli ne ha coperto una lunghezza di circ $0^{m}.70$ egli porta col mezzo di una spazzola molto mor bida la sabbia eccedente sulla parte che non ne ha an cora ricevuto, e con una battola a due mani, fig. 5 egli batte a piombo sulla superficie che ha agguagliata con la spazzola, in modo da far penetrare la sabbia ne mastice, ed unire il tutto. Quest'operazione ha per iscopo d' applicare fortemente il bitume sull' area che gli serve di fondamento. Essa dev'esser eseguita lestamente e da medesimo uomo, che appena l' ha terminata deve prendere una piccola mazza di ferro, e percuotere leggermente sulla materia ancor calda, nella sua giuntura con la lista contigua, per saldarla solidamente.

Ne' primi saggi eseguiti, noi introducevamo de' piccol sassi nello strato bituminoso al momento di applicarlo. Questo procedimento però non è più usato. In fatti abbiamo presto riconosciuto che quale che fosse la durezza delle pietre, esse si stritolavano tutte successivamente, ed il bitume adiacente le ricopriva in parte. Questo effetto si produce inevitabilmente, perchè queste pietre sono esposte all' azione diretta delle ruote, e perchè hanno dimensioni troppo piccole per resistere a quest' azione. Lungi dal contribuire alla solidità della strada esse non fanno che diminuirla, producendo alla sua superficie piccoli buchi che rendono più facile la rottura del lastricato, sono una causa di filtrazione, ed agli orli de' quali il mastice si sfoglia, e si distacca in piccole schegge.

Capitolo IV.

Preparazione del fondo che deve ricevere l' applicazione bituminosa.

Ci resta a parlare della preparazione del fondo sul quale lo strato bituminoso dev' esser applicato.

Un' inghiaiata ordinaria, resa solida e provata dai veicoli, è il sistema di fondazione nel tempo stesso più facile e più economico. Lo smalto usato fin' oggi nelle applicazioni ordinarie non potrebbe offrire sufficienti guarentigie. In fatti per ottenersi una solidità convenevo-

, lo smalto richiederebbe un ben lungo tempo, ed intanto questa solidità non sarebbe mai paragonabile con quella di una strada alla Mac - Adam. Per convincersi di ciò, si apra al transito una strada a smalto il più duro, e si vedrà bentosto quanto prestamente essa si scompone. Ne abbiam fatto l' esperimento sopra un saggio di strada a smalto, tentato da' nostri predecessori, che avea uno sviluppo di 300 metri di lunghezza. Sebbene questa strada fosse stata eseguita con eccellente calce idraulica, e fosse rimasta per circa un anno prima di permettervisi il passaggio a' veicoli, essa è stata in poco tempo mal ridotta, ed è stato d' uopo coprirla di un compatto strato d'inghiaiata ordinaria. Non ostante tale riparazione la strada ha risentito sempre la cattiva quantità dello strato che le serve di fondazione.

Questo risultamento non sorprenderà, se si riflette al modo d' aggregazione de' materiali nell' un caso e nell' altro.

In fatti, in un' inghiaiata, la unione de' materiali si opera per compressione, di modo che quando la strada è divenuta perfettamente consistente, tutte le pietre sono strette le une contro le altre come cunei, non racchiudendo che la quantità di tritume necessario perchè gl' interstizî sieno esattamente riempiti.

Si comprende che il passaggio de' veicoli ha poca influenza sopra una tale strada, e ch' esso tende pure in molte circostanze ad aumentarne la solidità.

Nello smalto, al contrario, le pietre non si toccano generalmente; esse sono unite fra loro da un cemento che avendo poca durezza ed essendo sprovveduto di ogni specie di cedevolezza, vien subito distrutto pel passaggio de' veicoli; anche quando queste pietre fossero strette come in una buona inghiaiata, il cemento che riempie i loro vuoti contiene troppo di sostanze calcari per formare un tritume convenevole e produrre una strada resistente.

Lo smalto ha anche un altro grave inconveniente, ed è di dilatarsi pel gelo quando non è perfettamente secco, e quando trovasi maltrattato dal passaggio de' veicoli. Ne risulta che lo strato bituminoso, che viene sollevato dallo smalto, è facilmente rotto quando il gelo si scioglie. Le porzioni di calce non ispenta producono del pari nello estinguersi dopo esser state applicate, delle cavità considerabili nel lastricato che le copre. Questi inconvenienti, che sono già gravi quando si tratta di pavimenti ordinarî, sarebbero gravissimi per una strada. Non pretendiamo peraltro che non si possa riuscire usando lo smalto. Ma si può dedurre da ciò che una inghiaiata ordinaria bene assodata ha una solidità più che sufficiente per ricevere un' applicazione bituminosa.

Le considerazioni precedenti ci han condotti a proscrivere lo smalto anche ne' lastricati de' marciapiedi, ed a sostituirvi uno strato d' inghiaiata di 5 centimetri di spessezza compressa e coperta di sabbia. Abbiam trovato buono questo espediente, ed i marciapiedi così costruiti non hanno mai presentato lungo gli orli que' sollevamenti che si osservano così frequentemente quando si usa lo smalto. Indipendentemente da questo vantaggio si verifica un' economia notabile, e si può applicare l' intonaco bituminoso, in inverno come in està, immediatamente dopo la preparazione dell' inghiaiata.

Quando si vuole stabilire un lastricato destinato pe' veicoli l' operazione deve farsi nel modo seguente.

Sopra una forma di sabbia si stabilisce un inghiaiata di 10 centimetri di spessezza, composta di pietre rotte di natura silicea, perfettamente nette da tritume o da terra che possa dilatarsi per l' azione del gelo. Si consolida questa inghiaiata col mezzo di pistoni di ferro fuso del peso di 20 chilogrammi circa; quando si è bene livellata la superficie e quando i materiali di cui è formata cominciano ad esser convenevolmente compatti, si aggiunge sabbia a poco a poco ed a riprese, fino a che tutt' i vuoti delle pietre sieno ripieni. Se il tempo è secco è necessario d' inaffiare spesso durante quest' operazione. Quando l' inghiaiata offre una certa fermezza si apre al transito per terminare di consolidarla.

Durante questo tempo, per evitare i solchi, un operaio fa sparire con una scopa le tracce de' piedi de' cavalli e delle ruote de' veicoli: conviene del pari mantenere la superficie della strada leggermente umida. Non si comincia ad applicare lo strato bituminoso che quando l' inghiaiata ha acquistata tutta la solidità desiderabile. Il tempo necessario per ottener ciò dipende evidentemente dall' attività del transito; con la frequenza delle strade di Parigi sarebbero sufficienti due o tre giorni al più.

Si può nell' operazione precedente ricorrere all' uso del cilindro quando la strada non è limitata tra marciapiedi o costruzioni che ne impediscano la manovra.

Se esiste nel sito destinato alla copertura da costruirsi un' inghiaiata in buono stato e composta di elementi poco sensibili all' azione del gelo, si può trarne profitto ed usarla come fondazione. Per maggior sicurezza, e per renderne regolare la superficie, conviene soltanto di coprirla con uno strato di materiali di 5 centimetri di spessezza in circa, del quale si facilita la unione col mezzo detto innanzi.

Capitolo V.

Dimensioni a darsi alle coperte di bitume. — Stagione nella quale deve farsene l' applicazione.

Spessezza della coperta. — Questo sistema di fondazione permette di ridurre convenientemente la spessezza dello strato bituminoso. In alcune applicazioni noi l' abbiamo abbassato fino a 2 centimetri, cioè alle dimensioni dei marciapiedi, senza che siensi verificate notabili differenze

nella resistenza della strada. Una spessezza di 3 a 4 centimetri al più, la quale cresca progressivamente dalla estremità al mezzo, è dunque molto conveniente, e perfettamente sufficiente. Adottando dimensioni più grandi si aumenterebbe la spesa senza nulla aggiungere alla solidità; si renderebbe pure più difficile lo stabilire e riparare i condotti di acqua e di gas; infine vi sarebbe il grave inconveniente di dare maggior campo durante i calori alla alterazione della strada.

Convessità. — Conviene nello stesso scopo di non adottare che una leggiera convessità, e di non oltrepassare per questa il centesimo della larghezza della strada.

Stagione nella quale deve farsi l' applicazione. — Infine alle prescrizioni dette innanzi aggiungeremo un ultima condizione molto importante. Per ottenere buoni risultamenti è quasi indispensabile che l' applicazione abbia luogo nella bella stagione. Operando in un tempo freddo sopra un suolo che non può mai esser in tutto esente da umidità, si formano sempre tra la fondazione ed il lastricato de' piccoli vuoti prodotti dal vapore dell'acqua; ora il bitume non conserva ad una bassa temperatura sufficiente cedevolezza perchè possa col passaggio de' veicoli riempiere questi piccoli vuoti, ed applicarsi esattamente sul suolo, senza rompersi. È da temersi del pari che alcune parti dell'inghiaiata non sieno abbastanza consolidate ancora, e che cagionino simili accidenti. Durante la bella stagione, al contrario, lo strato bituminoso sotto la pressione delle ruote de' veicoli si adatta senza rompersi sul fondo che serve ad esso di base. Esso segue, egualmente senza rompersi, i leggieri cedimenti che possono prodursi in questo fondo; l' inghiaiata termina così di consolidarsi nelle parti che non lo fossero perfettamente, e quando l' inverno sopraggiunge essa si è resa generalmente abbastanza resistente perchè non si abbiamo e temere simili movimenti.

Conviene dunque limitare il tempo delle applicazioni dal 1° maggio al 15 settembre. Bisogna eccettuare da questa regola il caso in cui si debba coprire un antico lastricato bituminoso; l'applicazione può allora farsi in qualunque stagione.

Sono queste le condizioni indispensabili per assicurare il successo de'lastricati destinati a sopportare l'azione delle ruote. L' esperienza già lunga che abbiamo acquistata su tal soggetto ci dà la convinzione che osservandole scrupolosamente si otterranno sempre eccellenti risultati.

Capitolo VI.

Diversi saggi eseguiti.—Coperta-cappa del ponte della Loira a Saumur.—Precauzioni a prendersi per lo stabilimento delle cappe in generale.

Il nostro primo saggio di strade a bitume è stato eseguito sopra un' inghiaiata in congiunzione col lastricato di Saumur, e facente parte della strada nazionale n.° 138, da Bordeaux a Rouen. La superficie di questa strada era stata scalpellata, e quindi vi si era disteso sopra uno strato di pietre di 5 centimetri di spessezza, e si era compresso con un cilindro del peso di 8 000 chilogrammi. Questa operazione aveva per iscopo di fare ottenere una superficie perfettamente regolare e resistente.

Abbiam fatto variare, in differenti prove, la spessezza dell' intonaco bituminoso, del pari che le proporzioni dell' asfalto e della sabbia. Piccole pietre sono state in oltre poste a mano nel bitume al momento dell' applicazione.

Questo saggio ha una lunghezza totale di 20 metri, ed una larghezza di 4 metri. La frequenza giornaliera del transito della strada sulla quale è stabilito è di 150 vetture, questa frequenza essendo calcolata fra le sei ore del mattino e le sei ora della sera. Esso è aperto al passaggio dal 6 ottobre 1840.

Noi non abbiamo osservate degradazioni che nelle prove costrutte con la spessezza di $0^{m}.02$ e $0^{m}.025$, o in quelle che contengono una proporzione di sabbia troppo considerabile. Tutte le altre prove si sono perfettamente conservate dall' epoca della loro costruzione, cioè da nove anni. Intanto le pietre, ch' erano sporgenti e molto vicine, si sono tutte stritolate, ma il vuoto da esse lasciato è stato riempito poco a poco col bitume adiacente che ora apparisce solo sulla superficie. Noi attribuiamo principalmente a questo difetto di costruzione le degradazioni, per altro poco numerose, che si son prodotte in certe parti. Bisogna aggiungere che il mastice non era stato prima d' impiegarsi sottoposto alla prova di cui si è parlato innanzi.

Rischiarati dall' esperienza che questi saggi preliminari ci avean fatto acquistare, abbiamo operato sopra una scala più grande in molti luoghi, evitando successivamente i difetti di costruzione di cui abbiamo parlato, ed abbiamo ottenuto, particolarmente nelle nostre ultime applicazioni, risultati del tutto soddisfacenti.

Coperta - cappa del Ponte di Saumur. — Noi citeremo in primo luogo la coperta eseguita sul gran ponte della Loira a Saumur. Essa ha una lunghezza di 280 metri ed una larghezza di $7^{m}.70$. La spessezza dello strato bituminoso è stata portata a 4 centimetri. L' inghiaiata che le serve di fondazione è stabilita sulla forma dell'antico lastricato ed ha una spessezza di 10 centimetri.

Le prime parti di questa coperta sono state aperte al transito nel mese di settembre 1841. Dal tempo della sua costruzione essa si è mantenuta perfettamente bella.

Durante i calori le ruote vi formano leggiere impressioni, ma queste si distruggono scambievolmente sotto l'azione del passaggio de' veicoli, e spariscono del tutto al termine di alcuni giorni di una temperatura meno elevata.

Se il veicolo, invece di essere in movimento, sta fermo sulla strada, l' impressione diventa più sensibile, ed arriva certe volte ad avere la profondità di molti centimetri; ed è questa tanto maggiore per quanto la fermata è più prolungata ed il caldo più intenso; peraltro essa sparisce egualmente dopo un certo numero di giorni di passaggio de' veicoli. In tutt' altra circostanza ed in tempo ordinario, i più pesanti carichi non lasciano che tracce appena sensibili. Pertanto la coperta conserva durante i più eccessivi freddi una cedevolezza che le impedisce di rompersi e scomporsi in alcuna maniera; sembra che solo i piedi di cavalli ne distacchino qualche particella. L' azione delle ruote non produce dunque altro effetto che di modificarne la forma. Risulta da ciò che malgrado la sua poca durezza essa si consuma molto lentamente.

De' cangiamenti di forma provenienti dalla soverchia fluidità del mastice si son prodotti in alcuni pezzi, ma soltanto nelle parti ove non si era ancora fatto uso della prova preliminare che abbiamo descritta.

I dodici archi su' quali è stabilita la novella coperta son divenuti perfettamente impermeabili: prima della costruzione di questa coperta essi erano tutti più o meno permeabili, quantunque fossero coperti da una cappa in cemento idraulico fatta con la maggior cura possibile. Si sa in fatti che le cappe di tal genere non preservano le volte da ogni sorta di umidità che in certi casi particolari, quando per esempio delle pendenze trasversali o longitudinali permettono uno scolo facile alle acque. Se questa condizione non si verifica, le più piccole fessure son bastevoli per produrre filtrazioni considerabili. Ora si manifestano sempre, quando si tolgono le forme degli archi di grande corda, delle fessure più o meno sensibili verso l'imposta e la chiave delle volte. Questo effetto è reso maggiore per le alternative del caldo e del freddo che chiudono ed aprono successivamente queste fessure, e che le produrrebbero inevitabilmente se esse non fossero già comparse immediatamente dopo tolte le forme.

Il ponte di Saumur è precisamente in queste condizioni. La cappa è orizzontale; l' apertura de' suoi archi è di 20 metri, e si vedono nelle temperature estreme i movimenti alternativi di cui si è parlato. I mastici bituminosi per la loro cedevolezza naturale resistono generalmente a questa azione. Intanto sarebbe a temersi che non avvenisse così se il lastricato venisse applicato immediatamente sulla fabbrica, e sarà prudente d' interporre un altro corpo, come sarebbe uno strato di arena coperto da un' inghiaiata di 5 a 6 centimetri di spessezza, in modo da impedire che i movimenti di contrazione e di dilatazione non si comunichino all' intonaco di asfalto.

Si comprende, per ciò che precede, che la coperta in bitume del ponte di Saumur forma nel tempo stesso una cappa perfettamente impermeabile, ed è a tale scopo che si è costrutta. Per mezzo delle sue pendenze e de' suoi canali scoperti, per la sua intera indipendenza dalle fabbriche, come per la sua impermeabilità naturale, essa assicura il completo asciugamento delle volte: di più le fessure che potrebbero esistere nella sua superficie divenendo visibili dopo i tempi umidi, saranno riparate senza pena, vantaggio che non presentano le cappe coperte da un lastricato.

Infine essa offre l'altro vantaggio inestimabile di evitare col mezzo di un passaggio molto dolce de' veicoli ogni specie di scossa alle fabbriche.

Precauzioni a prendersi per lo stabilimento delle cappe in generale. — Per assicurare in tutte le applicazioni simili l' unione del mastice co'marciapiedi, i parapetti od i muri, ed impedire le filtrazioni che potrebbero aver luogo negli attacchi, converrà, prima di far colare l' asfalto, di fare nella pietra un intaglio che abbia 5 o 6 centimetri di profondità nel senso orizzontale, e che oltrepassi verticalmente il lastricato di 2 o 3 centimetri da sopra e da sotto, fig. 7. Affinchè l' unione sia più intima si copriranno di catrame caldo le pareti di questo intaglio, e questo si riempirà di mastice nello stesso tempo che si esegue il lastricato, avendo cura di accordare le superficie di esso con un piccolo piano inclinato che dovrà prolungarsi di 2 centimetri circa nello intaglio.

Quando si trattasse di una costruzione nuova, sarà a preferirsi di far estendere la cappa di bitume per tutta l'estensione dell' edifizio e quindi di estenderla sotto i muri o parapetti che debbono sormontare i terrazzi o le volte, oppure di prolungarla fin sopra i muri secondo che l' altezza e la disposizione di questi il permettano. Le pietre, in fatti, o le loro commessure, ed i migliori intonachi calcari sono, al pari che le fabbriche, ben lungi dall' esser impermeabili, e d' altra parte è avvenuto che solo per aver omesse le precauzioni di sopra indicate, in molte circostanze l' umidità è penetrata nelle costruzioni coperte da cappe in bitume.

Nelle parti destinate a sostenere le fabbriche, converrà situare di distanza in distanza piccoli frammenti di pietre riscaldate nel mastice o nel catrame, i quali penetreranno nel lastricato per tutta la sua spessezza, per impedire che la materia ceda sotto il peso che deve sostenere.

Altri saggi. — La traversa di S. Martin, strada nazionale n.° 152 da Briare ad Angers è stata egualmente lastricata con bitume per una lunghezza di 170 metri ed una larghezza di 6 metri. Questo lavoro, eseguito al prin-

cipio dell'anno 1842, è riuscito perfettamente. La spessezza del lastricato è stato fissata a 3 centimetri. In alcune parti si è ridotta a 2 centimetri senza che la solidità della strada ne abbia sofferto.

Citeremo pure il saggio tentato nel mese di maggio 1842 presso di Tours sul ponte l'Archevêque, strada nazionale n.° 10 da Parigi a Baiona. Questo saggio, la cui lunghezza è di 14 metri e la larghezza di 12 metri, ha perfettamente resistito ad una frequenza giornaliera che non si eleva a meno di 800 vetture. La volta è diventata del tutto impermeabile dopo essersi stabilita questa coperta.

Faremo infine menzione della coperta costrutta sotto la nostra direzione verso la fine del mese di novembre 1843, all'estremo della strada Laffitte nel prolungamento del controviale del *Boulevard des Italiens*. Questo crocicchio è uno de' punti più frequentati di Parigi, e non si può valutare per meno di 4 o 5 mila vetture il passaggio giornaliero. Una spessezza media di 6 centimetri è stata data alla coperta, ch' è stata costruita immediatamente sopra un antico lastricato a bitume Dez-Maurel interamente in ruina. Malgrado l' immensa attività del passaggio delle vetture il successo è stato completo e dopo sei anni questo lastricato è ancora in perfetto stato di conservazione.

Si paragoni questo stato e quello delle strade coperte con pietra di taglio, le più perfezionate, costrutte a Parigi e che abbiano la stess a data, e delle quali la maggior parte hanno già avuto bisogno o di riparazioni moltiplicate o di rifazioni complete, e si resterà merrvigliati della superiorità che dimostra il saggio della strada Laffitte.

Capitolo VII.

Mantenimento e riparazione delle strade costrutte con bitume.—Processo di mantenimento a freddo.

La resistenza, e la durata di tal genere di strade essendo ormai fuori dubbio, noi abbiamo dirette le nostre ricerche sopra altre quistioni non meno importanti.

La prima che ha dovuto fissare la nostra attenzione è quella del mantenimento. In fatti se il modo di costruzione delle strade ha conseguenze delle quali non si può contrastare la importanza, i metodi di mantenimento hanno un' influenza anche maggiore sulla bontà delle medesime e sulla loro utilità. La strada meglio costrutta diverrà ben tosto impraticabile se non vi si usano le necessarie cure, mentre che i buoni metodi di mantenimento possono al contrario correggere od almeno diminuire i difetti della primitiva costruzione. Questi metodi offrono in oltre altre più grandi difficoltà nella loro applicazione. Si sa, per esempio che la scienza del mantenimento delle strade inghiaiate è rimasta molto tempo nello stato d' infanzia, che sono pochi anni soltanto che notabili scoperte sono state fatte su tal proposito, e che malgrado le critiche, e la lunga polemica di cui sono state e sono tuttavia l'oggetto, polemiche che ora del resto riguardano solo quistioni di spesa, queste scoperte hanno finalmente apportato un considerabile miglioramento nello stato delle strade in Francia, e fatto fare un gran passo all' industria de'trasporti.

Procedimento di mantenimento a caldo. — Il mantenimento ha due oggetti, l' uno di riparare le degradazioni ed i cangiamenti di figura parziali della strada, l' altro di supplire progressivamente, o a piccoli intervalli, al consumo generale prodotto dalle ruote.

Il procedimento, che dapprima ci venne in mente per soddisfare a queste due condizioni consiste:

1.° Per quel che riguarda le riparazioni parziali, nel tagliare con un piccone il contorno della porzione degradata e ricostruirla interamente, oppure nello scalpellare la superficie per una profondità di 2 centimetri e riempirla con nuovo mastice.

2.° Per quanto riguarda la sostituzione al consumo generale, nel ben nettare la strada e coprirla in grande di uno strato di mastice di una spessezza determinata.

Questo sistema di mantenimento ha grandi inconvenienti. Dapprima richiede per le minime riparazioni l' apparecchio della caldaia e l' assistenza di operai esperti; oltre a ciò non ha il carattere distintivo di ogni buon metodo di mantenimento, che abbiamo indicato innanzi, e che consiste nel modificare o diminuire almeno i difetti di costruzione della strada, senza aver uopo di ricorrere ad una rifazione completa o parziale.

Procedimento di mantenimento a freddo. — Il procedimento seguente adempie quest' ultima condizione, si esegue senza caldaia ed a freddo; infine può eseguirsi da semplici manovali. Ecco in che consiste.

Dopo aver spazzata, raschiata, spolverata, e nettata fino al fondo la parte da ripararsi, si copre questa col mezzo di un pennello di uno strato di bitume liquido composto di tre parti d' olio di resina e di una parte di catrame di Bastennes; quindi si passa, con una scopa, dell'asfalto in polvere su questo strato, fino a che ne sia perfettamente saturato; infine si sparge su tutto un poco di sabbia col mezzo di un crivello. Quando le ruote dei veicoli sono passate su tutt' i punti della superficie, si toglie con la scopa la sabbia che non si è unita all' asfalto. Al termine di qualche giorno si è formato pel passaggio de' veicoli, e per l' affinità naturale di queste diverse sostanze, uno strato di mastice di 2 o 3 millimetri di spessezza, ben resistente ed intimamente legato col bitume sul quale è stato applicato.

L' olio bituminoso di cui si è parlato vien preparato nel laboratorio; si fa fondere prima il catrame in una caldaia, quindi vi si mescola la proporzione d' olio di resina ch' è stata indicata; tosto che la combinazione è avvenu-

ta, si toglie l'olio dal fuoco perchè non si svapori di più.

Affinchè la riuscita sia completa e l'unione avvenga rapidamente, bisogna: 1.° che lo strato di olio sia sottile e regolato alla ragione di un terzo di chilogrammo per metro superficiale incirca; la quantità d' asfalto assorbita, anche per ogni metro quadrato, sarà allora di circa un chilogrammo, per un medio;

2.° Che la quantità di sabbia incorporata non sia troppo considerabile; bisogna per ciò tener presenti le precauzioni che abbiam dette, e che consistono nel togliere la sabbia soprabbondante tostochè le ruote son passate per tutta la superficie del pezzo;

3.° Che l' applicazione abbia luogo nella bella stagione, cioè dal 1°. di maggio al 15 settembre, perchè sembra indispensabile il calore solare per la riuscita della operazione.

Converrà egualmente preferire l' asfalto polverizzato a freddo, perchè è più abbondante di materia bituminosa, che quello preparato col fuoco. Quando la superficie del lastricato da ripararsi è molto scabra, bisogna sostituire all' asfalto in polvere l' asfalto in piccoli frammenti, le cui dimensioni debbono essere in rapporto con lo stato di degradazione della strada.

I primi saggi di questo metodo sono stati tentati alla fine dell' està dell' anno 1845. Esso è stato, dopo questa epoca, usato esclusivamente, ed ha dato i migliori risultati. Può applicarsi tanto alle riparazioni parziali, che agli spandimenti di materiali destinati a riparare il consumo generale della strada, consumo che si può sempre qualunque ne sia l' importanza, compensare esattamente con la soprapposizione di un numero conveniente di strati.

Alcune parti di strade che, sia per la loro secchezza sia per l' epoca inoltrata della stagione nella quale si era fatta l' applicazione del bitume, sia infine per difetto di solidità del fondo, si erano molto degradate sono state ridotte con tal metodo ad uno stato soddisfacente. Sembra che l' olio bituminoso abbia penetrato in queste parti, le abbia rammollate, e ne abbia risaldati gli elementi per una certa profondità. Esso le ha ricoperte nello stesso tempo, per la sua combinazione con l'asfalto e la sabbia, di uno strato di mastice, che ha reso alla strada una superficie uguale. Questo procedimento adempie così la condizione essenziale che abbiamo indicata innanzi, condizione ch'è la pietra di paragone di tutt' i buoni metodi di mantenimento.

In fine questo sistema ch'è di un'applicazione così semplice, così facile, presenta un' economia di circa la metà in rapporto alla preparazione del mastice a caldo.

Capitolo VIII.

Nuovi procedimenti di costruzione di strade in bitume, senza caldaie ed a freddo. — Applicazione a' ponti di legno.

Le sperienze sopra indicate hanno avuto un altro vantaggio: esse ci han condotto naturalmente a tentare, per la costruzione delle strade, un procedimento interamente analogo. In questo nuovo sistema infatti, come in quello descritto pel mantenimento, l' asfalto e le sostanze che debbono operare l'aggregazione sono poste a freddo. Ecco in che consiste questo sistema.

Si rompe della roccia di asfalto di Seyssel in frammenti della grossezza delle pietre che si usano per la costruzione e mantenimento delle strade inghiaiate. Se ne separano i frammenti più piccoli col mezzo di un crivello i cui fori abbiano 2 centimetri di larghezza su 5 o 6 centimetri di lunghezza; i materiali così scelti s' inaffiano con catrame minerale e si agitano nel crivello fino a che sieno ben coperti di questa sostanza.

L'operazione delle quale trattasi ha per iscopo di agevolare la unione de' frammenti di roccia asfaltica. Si copre in seguito l' inghiaiata che deve servire di fondazione di uno strato di questi materiali per una spessezza di 4 a 5 centimetri e quindi si batte su questo strato con pistoni di ferro fuso del peso di 20 chilogrammi circa.

Quando i frammenti d' asfalto han fatto buona lega tra loro, se ne riempiono gl' interstizî con sabbia bituminosa preparata prima con le materie seguenti:

Asfalto di Seyssel in polvere.	chilogr.	90.0
Sabbia ordinaria		60.0
Olio di resina		7.5
Catrame di Bastennes		2.5

L' olio di resina ed il catrame di Bastennes possono esser suppliti con 10 chilogrammi di grasso di resina.

La combinazione di queste diverse sostanze si opera secondo il modo ordinario.

Si versa la materia, e si divide per mezzo di pale a denti in piccoli frammenti che si rimestano nello asfalto in polvere per impedire che di nuovo si uniscano. Al momento di usarli se ne separa l' asfalto eccedente con un crivello, e si umettano con uno o due centesimi di olio puro di resina.

La sabbia così preparata è sparsa sulla strada col taglio di una pala o con un rastrello da cantoniere, in modo da riempiere tutt' i vuoti che le pietre di asfalto lasciano tra loro, senza però coprire di mastice queste pietre che debbono restare apparrenti; quindi si appoggia con forza il piatto della pala sul tutto onde fissare la sabbia negl' interstizî. Il mastice grasso, che s' introduce in tal modo, può esser calcolato a 9 o 10 chilogrammi

per metro quadrato. Si continua infine a pestare fino a che lo strato di *mac-adam* bituminoso abbia preso convenientemente corpo. Per evitare che il mastice grasso, come pure il catrame minerale che copre i frammenti d'asfalto, si attacchi al pistone, si deve di tempo in tempo bagnar questo nell' acqua. Si può del pari prevenire questo inconveniente col mezzo di un poco di polvere di asfalto.

L' operazione si compie in una maniera molto più soddisfacente se si può disporre di un cilindro di compressione. Qualunque sia per altro il procedimento che si è usato, il passaggio de' veicoli per pochi giorni dà alla copertura una solidità perfetta.

Esaminando da vicino la superficie della strada si vede che un gran numero di frammenti di asfalto sono rotti e ridotti in polvere. Ciò ha luogo perchè la roccia asfaltica non è abbastanza ricca di materie bituminose. Dopo qualche tempo queste pietre si coprono in parte di mastice grasso che le difende e si combina con la polvere ed i piccoli pezzi di asfalto. Pertanto per ottenere un' aggregazione più pronta e più completa, conviene coprire la superficie del *mac-adam* di uno strato di olio bituminoso, ed aspergerla di asfalto e di sabbia secondo il procedimento ch' è stato detto pel mantenimento.

È importantissimo che l' inghiaiata che serve di fondazione abbia molta fermezza; altrimenti la unione del calcare asfaltico si farà difficilmente, il mastice grasso s'introdurrà fra le pietre e comunicherà alla strada una mollezza alla quale non si potrà più rimediare.

Vantaggi del nuovo metodo. — Questo sistema di costruzione a freddo offre al pari che il metodo di mantenimento che ci ha ad esso condotto, e del quale è una estensione tutta naturale, vantaggi numerosi ed importanti.

Dapprima, esso è talmente semplice e facile che può eseguirsi da operai i più inesperti in lavori di bitume, ed il successo non dipende più dall'abilità e dalle cure di quello che ne fa l' applicazione.

Esso non richiede nè l' azione del calore nè l'apparecchio sempre incomodo delle caldaie e non fa temere, come l'altro metodo, che la cottura sia incompleta o troppo prolungata.

L' applicazione può farsi in tutti le stagioni, purchè il fondo sia solido, vantaggio che non ha, come abbiam veduto, il lastricato costrutto a caldo Saggi eseguiti al principio del inverno passato sono in fatti riusciti egualmente bene che quelli eseguiti nell' està.

Facendosi l' aggregamento delle parti in ogni tempo e per effetto del passaggio de' veicoli, questo sistema sembra inoltre presentare la maggior solidità.

Infine lo strato di asfalto così applicato offre nella sua composizione e le sue proprietà la più notabile analogia con le inghiaiate ordinarie. Essa forma in fatti un vero *mac-adam* con base di bitume, nel quale l' asfalto fa le veci delle pietre rotte, ed il mastice malleabile quello della sabbia e del tritume. Pei frammenti di asfalto che appariscon sopra una parte della superficie, questa resiste all' azion delle ruote ed offre una presa a'piedi de' cavalli col mastic che ne compone l' altra parte. Questo sistema di strade riunisce così due vantaggi di grande importanza, e che sembrano escludersi scambievolmente; presenta alle ruote un superficie più ferma de' lastricati costrutti a caldo, ed intanto evita interamente gl' inconvenienti che si notano in questi sotto il rapporto dello sdrucciolamento.

Risulta dalla composizione della quale si è parlato che i cambiamenti di temperatura hanno poca influenza su questa specie di strade. In fatti dei quattro elementi di cui sono formati i mastici bituminosi il catrame è il solo la consistenza del quale sia variabile; il calcare e la sabbia si mantengono sempre nello stato solido, e l' olio resta liquido ne' più gran freddi. Si otterrà dunque tanta maggiore stabilità per quanto la quantità del catrame sarà relativamente meno considerabile.

Ora nell' asfalto l' elemento solido domina a tal punto che esso non può più fondersi; nel mastice malleabile al contrario è l' olio che eccede. Si comprende per ciò che i due principi di cui si tratta poco risentono dalle variazioni di temperatura, e che questo genere di *mac-adam* gode del doppio privilegio di non ammollirsi in modo notabile durante i calori, e di dare in ogni tempo presa ai piedi de' cavalli.

Risulta egualmente dalla presenza dello asfalto che forma le base principale di questa composizione, che i veicoli vi producono anche in una fermata prolungata piccole impressioni, e che la strada non è esposta a' cangiamenti di figura che si osservano ne' lastricati applicati a caldo.

Riparazioni de' condotti d' acqua e di gas e delle chiaviche di scolo. — La facilità con la quale si taglia questa specie di *mac-adam* la cui coesione è debole, e che quasi non contiene se non elementi calcari e bituminosi, e la facilità con le quale si può ricostruirlo, permetteranno di eseguire agevolmente le riparazioni de' condotti d' acqua e di gas, delle chiaviche di scolo ed in generale di tutte le opere sotterranee che trovansi nella maggior parte delle città. A tal oggetto si taglierà col mezzo di un piccone il contorno della parte della strada che copre queste opere, si toglierà questa parte al pari che l'inghiaiata che le serve di base, e quindi si porterà via il terreno posto al di sotto. Quando la riparazione sarà compiuta, si riporrà la terra, la sabbia e l' inghiaiata, avendo cura di ben battere il tutto, e si aspetterà che le ruote passando abbian reso a questa inghiaiata la solidità desiderabile. Si potrà allora ricostruire la coperta in bitume co' vecchi materiali posti in serbo.

Se qualche filtrazione si producesse ne'condotti d'acqua, il *mac-adam*, che quantunque resistente perfettamente alle ruote offre poca consistenza quando è sottoposto ad una

essione diretta dal basso in alto, si solleverà e si fenderà di sopra della filtrazione e si sarà tosto avvisati dell'accaduto.

Le esperienze che riguardano il novello sistema sono ato cominciate nel corso del mese di giugno 1848. Eseuite dapprima su piccola scala, sono state in seguito ripetute nella primavera ultima in più grandi dimensioni. risultati sono finora molto soddisfacenti, e non ostante data recente di questi esperimenti, possiamo pure affermare con certezza quasi intera, che questo sistema potrà esser sostituito con vantaggio nel maggior numero dei casi al procedimento d' applicazione a caldo che abbiam fatto conoscere. Per le coperte che debbono formare cappe de' ponti di pietra si dovrà però dare la preferenza a quest' ultimo sistema.

Applicazione del novello metodo a' ponti di legno. — Pei ponti di legno, al contrario, l'uso del bitume posto a freddo è quasi indispensabile.

In fatti, il legno soffrendo, per le alternative di secchezza ed umidità, delle contrazioni e delle dilatazioni continue, il mastice caldo che lo coprisse, aderendo alla superficie del palco, parteciperebbe a questi movimenti, e si romperebbe infallibilmente. Nelle applicazioni ordinarie destinate a' pedoni si evita questo inconveniente rendendo il legno ed il lastricato indipendenti col mezzo dell' interposizione di una tela poco stretta, o di uno strato molto leggiero di sabbia fine; ma per una coperta, questa precauzione diverrebbe del tutto insufficiente, perchè due tavoloni adiacenti venendo caricati disugualmente nel senso verticale ne risulterebbe necessariamente nelle loro unioni un vuoto al di sopra di quello il quale si fosse meno piegato, ed il passaggio de' veicoli cagionerebbe immancabilmente la rottura del lastricato; il movimento successivo de' tavoloni nel passaggio de' veicoli produrrebbe lo stesso effetto Si potrebbe forse prevenire ciò, unendo tutt' i tavoloni a modo di un solaio, ma questo procedimento di una riuscita per altro incerta, sarebbe molto dispendioso. Sarebbe allora indispensabile di applicare le coperture sopra una inghiaiata di 10 centimetri di spessezza almeno, che annullasse interamente il movimento di cui si tratta, ma che avrebbe il grave inconveniente di caricare il ponte di un peso considerabile.

Col sistema del *mac-adam* bituminoso applicato a freddo, l' interposizione di questa inghiaiata non è più necessaria; ammettendo in fatti che la dilatazione o il restringimento del legname comunicandosi alla strada dia luogo a qualche fessura, questa sparisce subito col passaggio delle ruote, dappoichè col mezzo di queste si è appunto ottenuta l' aggregazione primitiva. Si preserverà nel tempo stesso in tal modo il tavolato dall' azione delle ruote e dell' umido, e si risolverà così una delle più grandi difficoltà che presenta lo stabilimento de' ponti di legno. Non abbiam d' uopo di fermarci di più sull'importanza di questo risultamento.

Si potrà, quando non vi è molto passaggio, limitarsi a coprire direttamente il tavolato di molti strati di mastice applicati col pennello, secondo il modo che abbiam fatto conoscere pel mantenimento. Bisognerà in questo caso che il palco sia costrutto di quercia od almeno di abete del nord. Le fessure che si produrranno nelle unioni de'tavoloni avranno pochi inconvenienti, e si otterrà così con pochissima spesa una coperta di poca spessezza che non sarà di molto peso sul ponte. Raccomandiamo l' uso di questo procedimento pei ponti sospesi.

Noi avevamo tentato di applicare direttamente sopra una inghiaiata degli strati successivi di mastice posti a freddo, e giungemmo in tal modo a produrre una spessezza totale di un centimetro circa. Ma la coperta così costrutta, dopo aver perfettamente resistito durante la stagione secca, si è interamente distrutta per l'umido. Essa non possedeva in fatti un grado d'impermeabilità abbastanza perfetto, per impedire alle acque piovane di penetrare e rammollire l' inghiaiata. L'intonaco bituminoso si è allora rotto e si è mescolato con l' inghiaiata.

Altri processi di applicazione a freddo. — Ci rimane a parlare di altri saggi, nei quali l' applicazione delle materie bituminose si fa egualmente a freddo.

Uno di questi saggi non differisce da quello descritto precedentemente se non perchè si sostituisce allo strato unico di pietre asfaltiche due strati di eguale spessezza, de' quali il primo si compone di pietre siliciose coperte di uno smalto bituminoso, ed il secondo di frammenti di asfalto preparato come si è detto innanzi.

I ciottoli destinati allo strato inferiore debbono essere separati da' frammenti troppo piccoli col mezzo di un crivello i fili di ferro del quale sono distanti fra loro per 2 centimetri, e da'frammenti troppo grossi servendosi di un crivello i cui intervalli hanno dimensioni inferiori di un centimetro alla spessezza che si vuol dare alla coperta. Essi debbono inoltre esser perfettamente secchi e netti.

Lo smalto col quale i ciottoli sono coperti può essere applicato in diversi modi. Il più semplice consiste nel tuffare i ciottoli nel catrame minerale, lasciarli sgocciolare perfettamente, agitandoli di tanto in tanto nel crivello dove si son posti, gittarli in un mescuglio di due parti di asfalto polverizzato a freddo e di una parte di sabbia, coprirneli e rimestare il tutto con una pala. Si lasciano quindi queste pietre per qualche tempo nel mescuglio di asfalto e di sabbia di cui si è parlato, e si tolgono quando il catrame ne è saturato. Si forma così attorno a ciascuna pietra un intonaco bituminoso simile al mastice applicato col pennello di cui abbiamo indicato l' uso pel mantenimento.

I materiali preparati in tal modo sono prima messi in opera, quindi dopo averli coperti di pietre d' asfalto, si

dà luogo all'aggregamento della coperta col mezzo del pistone e con l'aggiunzione del mastice grasso come nell'altro metodo.

In un altro saggio, il *mac-adam* bituminoso non è composto che di pietre siliciose coperte di uno smalto di molto maggiore spessezza.

Per applicare questo smalto si tuffano le pietre in una caldaia di mastice caldo, formato delle materie seguenti.

Catrame di Bastennes	chilogr.	8. 0
Olio di resina		2. 0
Asfalto di Seyssel		60. 0
Sabbia		40. 0

Dopo un quarto d'ora circa si tolgono le pietre dalla caldaia col mezzo di una cucchiaia e si mettono in un crivello per alcuni secondi soltanto, in modo che il mastice che li copre resta in grande eccesso; si gittano poscia e si rimestano nell'asfalto in polvere; quindi si separa col mezzo di un crivello l'asfalto al pari che i frammenti di mastice i quali non sono attaccati alle pietre. Questi frammenti sono essi stessi separati dall'asfalto col mezzo di un crivello più fino e messi da parte.

Uno o due giorni prima di porre in opera il materiale, si versa sulle pietre così preparate del catrame minerale nella proporzione di un centesimo del loro peso circa, e si rimestano con una pala a denti, in modo da coprire presso a poco uniformemente una porzione delle loro superficie di questa materia.

I frammenti di mastice sono coperti egualmente di 1 ½ per 100 di catrame minerale.

Le pietre si pongono in opera secondo il modo ordinario. Dopo averle battute o passatovi sopra il cilindro, se ne riempiono gl'interstizî co' frammenti di mastice di cui si è parlato, quindi si comprime di nuovo la coperta e si apre al transito per un certo tempo.

Quando è perfettamente consolidata ed i materiali dei quali si compone sono bene uniti, si spolvera con cura col mezzo di una scopa e di un forte soffietto e si riempiono le cavità che si presentano alla superficie con sabbia bituminosa preparata a freddo e formata di 90 chilogrammi di asfalto in polvere, 60 chilogrammi di sabbia e 15 chilogrammi di catrame liquido a base d'olio di resina; questa sabbia è fissata nelle cavità col mezzo di una pala o di una spatola.

Infine, dopo aver tolto con una scopa la sabbia eccedente, si copre la strada di uno strato di mastice applicato col pennello, secondo il procedimento descritto pel mantenimento.

Le pietre debbono esser scelte col mezzo de' due crivelli di cui si è innanzi parlato; inoltre conviene di asciugarle e riscaldarle in vicinanza delle caldaie prima d'introdurvele. Siccome esse debbono in gran parte sostenere l'azione delle ruote, bisogna usar gran cura nella loro scelta. Si deve principalmente aver riguardo alla loro resistenza allo schiacciamento: alcuni materiali tanto duri da consumare il ferro, si riducono in fatti in ischegge con la percussione o sotto forti pesi. Le pietre le più difficili a rompersi sono le migliori. Bisogna pure che la superficie di queste pietre sia granellosa affinchè il mastice vi aderisca fortemente. Il gres duro da noi usato soddisfà a queste condizioni perfettamente.

Il mastice col quale si coprono i ciottoli dev'esser sottoposto al saggio di cui abbiam tenuto parola innanzi, ed avere una consistenza un poco più molle di quella che abbiamo prescritta per le coperte, cioè che la impressione di cui si è parlato dev'esser di 9 a 10 millimetri. Quando esso diventa troppo pastoso perchè le pietre vi possano esser rimestate facilmente dentro, si restituisce la fluidità necessaria con l'aggiunzione di una certa quantità di olio puro di resina.

La quantità del mastice che si attacca alle pietre in questa operazione si eleva a due terzi circa del loro peso; le sostanze che si aggiungono per facilitare e compiere la consolidazione della coperta formano circa la decima parte del peso totale de' materiali ch'entrano nella sua composizione. Ne risulta che cento parti di coperta consolidata, racchiudono presso a poco gli elementi seguenti:

Pietre siliciose	54	parti.
Mastice applicato a caldo	36	
Idem . . . . a freddo	10	
Totale	100	parti

Le sostanze destinate alla consolidazione sono dunque i $^{46}/_{100}$ del peso totale, cioè esse rappresentano sensibilmente i vuoti che lasciano tra loro i materiali siliciosi. Dopo qualche tempo il mastice grasso e lo smalto, per un lento cangiamento di forma dovuto alla pressione del passaggio delle ruote, arrivano a riempiere tutti questi vuoti; le pietre siliciose toccandosi impediscono la penetrazione delle ruote de' veicoli, e la consolidazione della strada è fatta. Lo smalto preserva in oltre le pietre da' danni che vi apportano le ruote, ed impedisce loro, almeno in gran parte, di rompersi.

I due ultimi metodi che abbiamo fatto conoscere permettono di ottenere una economia considerabile. Quand'anche questo vantaggio non si ottenesse che a danno della solidità, il che siam lungi dal supporre, siamo convinti che mercè l'influenza del processo di mantenimento a freddo, il quale corregge le degradazioni che possono avvenire, questi due sistemi di coperte resisteranno al passaggio più attivo. Fondiamo principalmente le maggiori speranze sull'ultimo modo di costruzione, ch'è una combinazione de' tutti gli altri procedimenti, e che ci sem-

a risolvere nel modo più completo la quistione dello ıbilimento de' *mac-adam* bituminosi.

In un altro de' nostri saggi noi abbiamo usato della ccia asfaltica coperta di catrame minerale, senza aggiunrvi mastice grasso. La consolidazione è avvenuta senza olta difficoltà, ma al modo delle inghiaiate ordinarie mposte di materiali calcari, cioè che la maggior parte ›' frammenti di asfalto si son rotti, ed i piccoli pezzi ıe ne sono risultati sono andati a situarsi e far cuneo egli interstizî degli altri frammenti. La roccia asfaltica, otto la pressione delle ruote si è in vero spianata e ompressa in parte per gli elementi bituminosi che conene. Ma questi elementi, per la loro piccola quantità, non otevano impedire interamente che la superficie di questa pecie di *mac-adam* divenisse polverosa, si scomponesse e si onsumasse per un' azione simile a quella che si osserva ıelle inghiaiate ordinarie. In questo stato, essa non avrebbe resistito per lungo tempo al passaggio delle ruoe, od almeno il consumo sarebbe stato talmente considerabile che la coperta si sarebbe tosto distrutta. Ciò :he lo prova è che, dopo aver sgomberate le parti rotte e polverizzate, si formava dopo pochi giorni una novella polvere d' asfalto che si poteva togliere pure con la scopa e così proseguendo sempre.

Ciò nasce, il ripetiamo, dacchè l' asfalto non è abbastanza ricco di materie bituminose; bastava dunque per cambiare i risultamenti, di correggere questo difetto introducendo nella superficie del *mac-adam* la quantità di bitume che le mancava; ora il nostro metodo di mantenimento a freddo ci offriva precisamente il mezzo di adempiere a quest' ultima condizione. Quando la unione delle pietre di asfalto è stata compiuta convenientemente col passaggio delle ruote, abbiamo dunque spazzata la superficie del *mac-adam* in modo da togliere tutte le porzioni di asfalto ridotte in polvere, e l' abbiamo coperta di uno strato d' olio, che è stato asperso d' asfalto e di sabbia col processo descritto pel mantenimento. Dopo pochi giorni di passaggio de' veicoli la strada ha presentata una superficie interamente unita e si è mantenuta in seguito in un perfetto stato.

Quest' ultimo metodo di costruzione, del quale molti pretendono aver avuto l' idea verso l' epoca nella quale noi eseguivamo queste esperienze, e che non è altro se non la riproduzione, salvo le dimensioni, del nostro sistema di mantenimento a freddo posto in pratica del 1845, non ha dunque valore se non applicandovi immediatamente questo sistema, e sotto questo rapporto esso si distingue poco da' metodi più difettosi che, come abbiam detto innanzi, sono corretti con questo modo di mantenimento. La riparazione di cui si tratta non è per altro che superficiale, mentre che il mastice grasso, che negli altri procedimenti riempie gl' interstizî delle pietre, le difende per tutta la spessezza della coperta. L' aggiunzione di questo mastice rende inoltre l' aggregamento molto più pronto e più completo.

Infine vi è un' ultima considerazione che fa peso nella quistione, e che crediamo dover ricordare, cioè che la presenza di questo elemento, offrendo presa a' piedi dei cavalli, ed impedendo lo sdrucciolare, risolve la maggior difficoltà che presentano le strade in bitume, e distrugge così la sola obbiezione grave che si sia fatta contro l' uso delle medesime.

Questa difficoltà aveva richiamato da molto tempo la nostra attenzione, e prima delle ultime esperienze, che abbiamo descritte, avevamo fatto a tal oggetto delle ricerche, che sarà bene di far conoscere.

Capitolo IX.

Sdrucciolamento de' cavalli. — Cause che lo producono e mezzi di rimediarvi.

Facciamo in prima osservare che tutte le strade partecipano più o meno in certe circostanze del medesimo inconveniente, e che le inghiaiate, che vi sono meno esposte, hanno un altro difetto, che produce, meno spesso in vero, simili accidenti. Si vede, in fatti, che i cavalli inciampicano e cadono molto spesso, quando co' loro piedi incontrano le scabrosità e le pietre sporgenti delle quali è coperta la superficie di queste inghiaiate. I selciati, specialmente quando il loro mantenimento è trascurato, sono nello stesso caso, e sono inoltre molto sdrucciolevoli. Ma per una disposizione naturale dello spirito umano si è meno meravigliati de' fatti che accadono giornalmente e da molto tempo, e si è molto severi e spesso molto ingiusti per tutto ciò che riguarda le nuove invenzioni. Se un cavallo cade sopra un selciato o sopra un' inghiaiata appena se ne fa caso, e si è indotti ad attribuire questo accidente non alla strada, ma al cavallo, al cavaliere, o al conduttore del veicolo; mentre che per le strade a bitume si faranno sentire lagnanze e non si mancherà di prendersela con la natura stessa della strada. Che che ne sia, non si potrebbe negare che i lastricati in bitume con superficie uniformemente dura, non divengano in certi casi molto più sdrucciolevoli de' selciati di pietra.

Facciamoci a paragonare sotto questo punto di vista le diverse specie di strade in tutte le circostanze atmosferiche che possono presentarsi.

Primieramente, in tempo di neve o di gelo, le strade in bitume non sono più sdrucciolevoli di quello che sieno i selciati e le inghiaiate, ed alcun poco di sabbia è allora sufficiente per offrir presa a' piedi de' cavalli. Se da un canto il gelo bianco si attacca generalmente più facilmente a' lastricati bituminosi, d'altra parte esso si fonde, al pari che il gelo prodotto dalla neve, molto più prestamente. Avviene pure assai spesso che le inghia-

intendiamo specialmente riprovare il sistema di raschiatura il quale debbe esser proscritto : 1.° perchè altera le forme architettoniche, 2.° perchè toglie alla pietra la crosta, o la patina, che vien formata dal tempo sulla sua superficie, e che contribuisce alla sua conservazione.

Le osservazioni che noi abbiam fatte a riguardo degli edifizî esposti a mezzogiorno non sarebbero applicabili alle costruzioni in legno, per le quali al contrario questa esposizione è molto nociva; perchè il legno privo d' aria che subisce alternativamente l' influenza dell' umidità, e del gran caldo marcisce facilmente.

(3) Si dice spessissimo : l' umidità sale sempre, e pare si dia a credere che l' umidità per invadere un corpo igrometrico debba procedere dal basso in alto, mentre è d' uopo sapere che l' umidità invade i corpi igrometrici appena essa li incontra, sia orizzontalmente, sia verticalmente o in fine in qualsiasi direzione si presentino; così, supponendo la colonna, che abbiamo presa ad esempio, posta orizzontalmente, ed avente la sola base bagnata, l' umidità la invaderebbe perfettamente come nel primo caso.

(4) Ciò dipende dalla natura più o meno igrometrica de' materiali adoperati.

Il gesso, per esempio, assorbisce l' acqua con tale rapidità, che noi abbiam visto l' umidità elevarsi per 1^{m}. 30 in qualche giorno in un tramezzo sottile bagnato da una vena d' acqua di soli 0^{m}.05 di profondità. Così non sapremmo raccomandare abbastanza di proscrivere interamente il gesso, anche come intonaco, in tutte le parti di un qualunque edifizio a partire dalla più bassa fondazione fino ad 1^{m}. almeno al disopra del suolo interno. Bisogna fare l' intonaco interno in malta, o cemento, a cominciare dal suolo sino all' altezza del basamento o dello zoccolo in legno, se si tratta di un luogo abitato, e non mai servirsi del gesso per intonaco esterno nè per empirne le commessure delle pietre, al disopra dell' altezza d' appoggio, eccetto i casi ne' quali si fosse applicata una foglia di piombo, o uno strato di bitume sulla faccia superiore de' muri giunti a livello del suolo. Ma allora è indispensabile, che il piombo o il bitume traversi ancora la spessezza dello intonaco, essendo stabilito su di una leggiera risega espressamente lasciata nella base del muro, ed eccedente la spessezza dello intonaco; altrimenti questo servirebbe di conduttore all' umidità del suolo.

Noi abbiamo osservato che i tramezzi leggieri in gesso stabiliti su di assi di legno poggiati sul pavimento dei piani terreni erano meno esposti all' umidità che quelli che poggiano direttamente sul pavimento, o sulla fondazione. Questo preservativo sarà ancora più efficace se si ricopre di catrame la faccia inferiore dell' asse (*N. del Sig. Jan.*).

(5) Male a proposito si fanno eseguire le pitture interne ed esterne nella primavera : questi lavori potranno esser eseguiti con maggior successo nell' autunno per quel che abbiamo detto della influenza che la stagione calda esercita sulle parti delle costruzioni esposte all' umidità.

(6) Trattando degl' inconvenienti che derivano dall' umidità, sarebbe il caso di entrare nelle diverse considerazioni che richiede la composizione e l' uso de' cementi; noi saremmo disposti a farlo, ma temiamo allontanarci troppo dal soggetto che ci occupa, e preferiamo d' altra parte rimandare i lettori all' opera rimarchevole di Vicat, che ha trattato la quistione de' cementi con molto ingegno.

(7) È d' uopo fissare il principio, che l' umidità la quale penetra nelle costruzioni in pietre non può esser nociva a queste costruzioni quando essa è costante e le pietre non sono esposte alle alternative dell' umidità, dello asciutto e del gelo ec. È così che le pietre de' ponti le quali sono costantemente dentro l' acqua non deteriorano, mentre che la zona di quelle che, per l' alternativa delle alte e basse acque, sono esposte ad esser talora bagnate, talora scoperte, subisce un cimento, cui non può resistere che per certo tempo. Questa zona precisamente si è dovuta per intero riparare nelle pile del Pont-Neuf. Per prova che le pietre mantenute in umidità costante non si scompongono, citeremo anche ad esempio quelle che si trovano nelle cave, e le pietre che trovansi in fondo de' fiumi. Così dunque in un edifizio, le parti de' muri al di sotto del suolo non hanno a temere per loro conservazione gli effetti dell' umidità.

(8) Certamente col nostro modo di costruire, l' uso d' un buon cemento è una cosa essenzialissima; ma vi è un altro sistema di costruzione, che sarebbe ben da preferirsi se potesse esser adottato; cioè quello di fare a meno di ogni specie di cemento, costruendo in pietre di taglio; è questo il sistema adoperato dalla più remota antichità fino a' tempi barbari che seguirono la caduta dello impero romano, e che consiste in porre i filari di pietre a secco, senza introdurvi alcuna composizione fattizia. Queste costruzioni sono da preferirsi a quelle che noi eseguiamo giornalmente, sotto il doppio rapporto della stabilità e della durata; perchè da una parte questo modo di costruzione esige che le superficie de' letti delle pietre sieno perfettamente piane e che la soprapposizione de' filari abbia luogo esattamente; e d' altra parte la finezza estrema delle commessure che quasi non si scorgono, non dà campo alla distruzione; anche l' esperienza di più secoli ha fatto conoscere che una tale costruzione quando i materiali sono di buona qualità, è, per così dire, eterna. I Greci ed i Romani non hanno mai costrutto diversamente sia in marmo sia in pietra; ed esempî come quelli del Coliseo, del ponte del Gard, delle Arene di Nîmes, ec. non possono lasciare alcun dubbio su l' eccellenza di questo sistema.

Non contenti di tale perfezione gli antichi hanno abbondato in precauzioni a riguardo de' monumenti di pie-

tra, rivestendoli spessissimo d' uno stucco per occultare più completamente le commessure, e preservare nel tempo stesso la pietra, sempre più o meno porosa, dagli effetti dell' intemperie dell' atmosfera. Questo stucco, di cui la spessezza non era d'un millimetro, somigliava molto più ad uno strato di pittura che ad un intonaco; di modo che poteva esser applicato non solamente sulle parti levigate ma ancora sulle sculture. In quanto alla sua durata, esso non può esser messa in dubbio dappoichè oggidì stesso, ne' monumenti ne' quali questi stucchi contano la data di quasi due mila anni, non si potrebbe staccarli dalla pietra con alcun mezzo. Si comprende quali vantaggi avrebbe questo sistema nella costruzione per conservare i nostri monumenti, cioè: mettere in opera le pietre a secco, ed applicarvi uno stucco atto a preservarle dagli effetti perniciosi del nostro clima. In principio la costruzione in pietre a secco sembra presentare grandi difficoltà per la molta cura che richiede nel taglio delle pietre; ci sembra però che con mezzi meccanici poco complicati si potrebbe supplire al troppo costoso lavoro dell'uomo. In quanto agli stucchi da applicarsi sulla pietra, se non si trattasse che di riprodurre quelli degli antichi, niente sarebbe più facile; ma bisogna aver riguardo alla differenza de' climi, ed è probabile che lo stucco antico non avrebbe in Francia lo stesso effetto che in Grecia ed in Italia; si tratta dunque di preparare una composizione analoga, ed in ciò lo stato delle conoscenze che possediamo in chimica ci permette di sperare che un tal risultato possa ottenersi bentosto. Non è un semplice voto il nostro, è quasi una predizione, che pretendiamo fare; perchè non può che deplorarsi questa mania di raschiatura ed imbiancamento, la quale ci ha invaso da qualche anno, e d' altro lato è ben deplorabile lo stato nel quale si trovano i nostri monumenti di pietra costrutti con maggior lusso.

È innanzi al portico della Maddalena che noi diciamo senza esitare: Fra dieci anni questo portico riceverà o una pittura, o uno stucco, o una composizione qualunque che coprirà le commessure, le preserverà dagli attacchi dell' umidità e conserverà alla pietra una tinta eguale che non alteri lo insieme delle proporzioni dell' architettura.

Se ci siamo innoltrati in qualche sviluppo sul modo usato dagli antichi nelle loro costruzioni di pietra, è stato nello scopo di richiamare l' attenzione della società d' Incoraggiamento sopra una quistione, che ci sembra necessario sottoporre allo studio delle persone capaci di risolverla, nello interesse della conservazione e della durata de' nostri monumenti nazionali.

(9) Non è impossibile di distruggere gl' inconvenienti dell' umidità de' muri, anche in un edifizio antico. Il mezzo che ci facciamo a proporre non è tanto costoso da non potersi adoperare nelle case di qualche importanza. Noi dobbiamo in prima manifestare la nostra convinzione, che l' umidità che si mostra nei muri de' piani terreni ha origine soltanto dal suolo dal quale essa risale, meno taluni casi di eccezione in cui i muri sono esposti al contatto di una corrente di acqua o di vapore.

Questo mezzo consiste in aprire per mezzo di una sega a denti una fenditura tra due filari, per quanto più è possibile vicino al livello del suolo del pianterreno, ma sempre un poco al disopra. Nella fenditura prolungata per la lunghezza di un metro, più o meno, secondo che lo stato del muro e la prudenza permetteranno di farlo, si farà entrare una foglia di piombo incatramata, che la riempirà per quanto meglio è possibile; si continuerà l' operazione per tutta la estensione de' muri, lasciando sempre all' estremità dalla quale essa deve continuarsi, un passaggio sufficiente per la sega, onde non essere obbligati a fare ad ogni fermata un nuovo buco di trapano per introdurvela. Restando sempre tra gli orli di due foglie vicine di piombo un piccolo spazio dal quale l' umidità potrebbe ancora per poco introdursi, gioverebbe di iniettarvi del catrame minerale caldo per mezzo di una tromba premente a mano.

Questo procedimento non è soltanto un progetto ideale, noi lo abbiamo applicato ad un tramezzo sottile costrutto su di una fondazione in pietra in un suolo molto umido. L' umidità, che s' innalzava dal suolo ad un' altezza di circa $0^{m}.75$, era tale che le cortine di un letto che vi era addossato si marcivano. Noi consigliammo al proprietario di far segare orizzontalmente il tramezzo a livello del suolo, e passarvi una foglia di piombo; lo fece, e l' umidità non è più ricomparsa.

Se l' operazione, che proponiamo dovesse farsi in un edifizio importante noi consiglieremmo di far colare nella fenditura del piombo fuso fino al rosso, di modo che ogni getto si saldasse al precedente. Una riga di ferro introdotta nella fenditura prima di farvi scorrere il piombo, e che in seguito si trarrebbe fuori, lascerebbe un passaggio per introdurre la sega e continuare l' operazione. Allorchè il piombo fosse raffreddato si batterebbe da' due lati. Il piombo essendo troppo molle noi vorremmo che vi fosse unito un poco di stagno. Si potrebbe ancora iniettare nella fenditura del bitume caldo per mezzo di una tromba premente. Noi vorremmo che in questi due ultimi casi la fenditura fosse prima riscaldata sia per mezzo di una corrente di aria calda che vi si potrebbe far passare con mezzi artificiali, sia con un getto di gas come quello degli apparecchi della saldatura *autogena*.

Noi sappiamo, che per cacciare completamente l' umidità da un muro nel quale è del sal nitro, bisognerebbe prima espellerne il sal nitro stesso. La scienza non ci ha ancora dato un mezzo a tal' uopo, ma noi non disperiamo di vederlo sorgere un giorno fra le numerose scoperte

	fr.
Riporto . .	2.39
False spese, direzione e vigilanza de'lavori ec. $^1/_{10}$	0.24
Prezzo del metro quadrato di coperta in asfalto applicato a freddo, per ogni centimetro di spessezza . . , ...	2.63

3.° *Procedimento d' applicazione a freddo con l' uso del mastice molle e di pietre silicee coperte di uno smalto bituminoso.* — Risulta dalla proporzione che abbiamo innanzi indicata, per gli elementi che compongono questo sistema di *mac-adam*, che quando la strada avrà fatto perfetta presa, in ogni metro superficiale di un centimetro di spessezza conterrà le materie seguenti:

Pietre silicee.	chilogr.	12.15
Mastice posto a freddo ed a caldo . . .		10.35
Totale . .		22.50

	fr.
I chilogrammi 12.60 di pietre silicee a franchi 0.08 l' uno (10 franchi il metro cubo) costeranno. . .	0.10
I chilogrammi 10. 35 di mastice si comporranno:	
1.° di chilogrammi 5.64 d' asfalto, a fr. 0.10 . .	0.56
2.° di chilogrammi 0.75 di catrame di Bastennes, a franchi 0.38	0.28
3.° di chilogrammi 0.20 d' olio, a franchi 0.42 .	0.08
4.° di chilogrammi 3.76 di sabbia, a fr. 0.003 .	0.01
Preparazione dell' intonaco delle pietre, ponitura in opera ed operazione del cilindro:	
chilogr. 12.60 a franchi 0.08 (10 franchi il metro cubo)	0.10
Spese di riscaldamento	0.07
Trasporto di utensili e materiali	0.03
Prezzo di costo . . .	1.24
False spese, direzione e vigilanza de' lavori ec. $^1/_{10}$	0.12
Prezzo del metro quadrato di coperta applicata a freddo, e costrutta con pietre silicee rivestite di un mastice bituminoso, per ogni centimetro di spessezza	1.36

Si vede bene che quest' ultimo sistema di costruzione presenta un' economia di quasi la metà in rapporto coi due altri procedimenti.

A questi diversi prezzi bisogna aggiungere le spese di costruzione della fondazione sulla quale la coperta è applicata. Come abbiam detto innanzi, uno strato d' inghiaiata ordinaria di 10 centimetri, composto di materiali silicei ben netti, poggiante sopra un letto di sabbia battuta od ammassata col cilindro, ed aperto al traffico fino a che non sia perfettamente consolidato, è il sistema che nello stesso tempo offre maggior resistenza, ed è il più semplice, il più economico, ed il solo anche che meglio assicuri la solidità. Il prezzo di quest' inghiaiata varierà necessariamente con quello della pietra. Valutandolo a franchi 0.75 il metro superficiale, noi saremo certamente al di sopra del medio.

Facendo l' applicazione di questi diversi prezzi al caso di una coperta di 4 centimetri di spessezza, si hanno le spese seguenti, pe' tre procedimenti che abbiamo esaminati.

	fr.
1°. Per una strada costrutta con mastice posto a caldo	10.6…
2°. Per una strada costrutta a freddo con frammenti di asfalto	11.2…
3°. Per una strada costrutta a freddo con pietre silicee coperte di un mastice bituminoso . .	6.1…

Consumo annuale e spese di mantenimento delle strade in bitume. — Abbiam veduto precedentemente che il passaggio delle ruote non producendo che lievi cambiamenti di forma in queste strade, esse debbono, non ostante la loro poca durezza ed in ragione appunto della loro consistenza, consumarsi con molta lentezza. La misura di tal consumo offre dunque molte difficoltà.

Per valutarla noi abbiamo fatto eseguire molti saggi sopra una porzione di coperta di metri 6.50 di larghezza, costrutta da quattro anni sul ponte di Saumur, e la cui spessezza primitiva era stata misurata con la maggiore esattezza dopo l'applicazione:

	metri
Questa spessezza era di	0.0425
La spessezza media dopo quattro anni si è trovata di.	0.0398
Il consumo totale dunque è stato nel corso di tal periodo di tempo.	0.0027

Ne risulta che questo consumo ascende appena annualmente a $^7/_{10}$ di millimetro.

Secondo calcoli fatti con cura, la frequenza di transito pel ponte di Saumur è quasi di 700 vetture. Il consumo annuale delle strade in bitume può dunque con questi dati esser valutato ad 1 millimetro per 1 000 vetture che passano.

Nella enumerazione di queste vetture noi abbiam compresi indistintamente i cavalli attaccati a veicoli di qualunque specie, perchè nel caso che ci occupa la natura di questi veicoli ed il peso di cui son carichi non hanno che poca influenza sul consumo. Abbiam veduto in fatti che la pressione delle ruote non ha altro effetto se non quello di modificare la forma della strada senza disgregarla, e che i piedi de' cavalli fanno staccare solo delle particelle di superficie. Ora questa azione ci sembra altrettanto distruttiva, quando essa è prodotta da' cavalli che vanno di trotto e che agiscono per urto, quanto se essa viene prodotta da cavalli che tirano di passo grandi pesi.

Non si è tenuto conto, nel calcolo indicato, de' cavalli non attaccati a veicoli, de'bestiami e de'pedoni. Questi hanno però una parte d' influenza che non si potrebbe trascu-

ıre del tutto, specialmente pel ponte di Saumur, che è ıa delle passeggiate di questa città, e la cui carreggiata, he non è frequentata come le strade di Parigi, è per- ›rsa senza pericolo da numerosi pedoni, presso a poco egual- ıente de'marciapiedi. La quantità considerabile di bestiami ella Vandea che attraversano la Loira a Saumur, i ca- alli della scuola di cavalleria, debbono del pari esser an- overati fra le cause accessorie del consumo. Queste cause ıanno evidentemente, serbando tutte le debite propor- ioni, una influenza molto più notabile sul ponte di Sau- ıur, che nel maggior numero degli altri siti e partico- ırmente a Parigi, ove la carreggiata è quasi esclusiva- ıente destinata pe' veicoli.

Si può dunque ammettere che, nel più de'casi, il con- ımo annuale de' *mac-adam* bituminosi arriverà appena ad n millimetro per 1 000 vetture di transito giornaliero.

Si comprende bene che si tratta qui del consumo ge- erale della strada, calcolato come se fosse ripartito su ıtta la sua estensione, cioè sopra una zona di $6^{m}.50$ di ırghezza. In vero esso è, per una strada poco frequen- ıta, molto maggiore nel mezzo che ne' lati; se invece si ratti d'un passaggio molto attivo come quello delle strade i Parigi, dove i veicoli percorrono quasi indistintamente ıtte le parti della strada, il consumo è quasi uniforme.

L'elemento importante che abbiam testè determinato i pone al caso di valutare con esattezza le spese di man- enimento de' *mac-adam* bituminosi.

Abbiam veduto, che quando queste coperte sono costrutte on cura, e secondo le prescrizioni indicate, esse non sof- ono mai degradazioni propriamente dette; che per man- nerle in buono stato non è d'uopo mai ricorrere ad un nnovamento completo, e ch'è sufficiente di applicare il stema di mantenimento a freddo che abbiam fatto cono- ere, in modo da render loro esattamente ciò che loro ien tolto dal passaggio delle ruote. Ora il prezzo di osto del mastice di cui si copre così la superficie della rada può esser calcolato nel modo seguente.

Entra, come abbiam detto, in ciascuno strato per ogni ıetro superficiale:

	fr.
1°. 1/3 di chilogrammo d'olio preparato, a fran- hi 0.42	0.14
2°. 1 chilogr. d'asfalto polverizzato a fr. 0.10.	0.10
3°. 3 a 4 chilogr. di sabbia, a franchi 0.003.	0.01
Mano d' opera	8.05
Totale	0.30

L'applicazione di ciascuno strato producendo una pessezza di mastice di $0^{m}.025$, il prezzo di un cen- ımetro di spessezza ascenderà a . . . . fr. 1.20

Trasporto de' materiali	0.03
Prezzo di costo . . .	1.23
Riporto	1.23
False spese, vigilanza, e direzione de'lavori ec. 1/10	0.12
Prezzo del metro superficiale del mastice appli- cato col pennello, di un centimetro di spes- sezza.	1.35
Idem sopra 1 millimetro di spessezza . . .	0.135

Il consumo annuale per un transito di 1 000 vetture essendo di un millimetro, ne risulta che in questo caso le spese di mantenimento ascen- deranno per ogni metro quadrato a 0.135

E per metro corrente a franchi 0.135 × $6^{m}.50$. 0.88

Applicando queste cifre al ponte di Saumur, sul quale il transito è di 700 vetture, si trova che la spesa di mantenimento vi sarà per ogni metro quadrato di 0.095

E per ogni metro corrente di 0.62

Ci è sembrato interessante paragonare questa spesa a quella di mantenimento de' 5 653 metri di lunghezza del selciato della strada nazionale n°. 138, della quale fa parte il ponte di Saumur. Abbiam fatto per ciò il conto di tutte le spese, tanto di fornitura di materiali che di mano d'opera, di cui ha avuto bisogno questo manteni- mento dall'anno 1843 fino all'anno 1848 inclusivamente, ed abbiam trovato che ascendono, per un medio, per que- sti sei anni, per ogni metro corrente, alla somma di franchi 0.78.

Ora la frequenza media di transito nelle vie trasversali che hanno simile selciato è molto inferiore a quella del ponte di Saumur, ed ascende appena a 500 vetture. Nelle stesse circostanze la spesa di mantenimento delle strade a bitume non ascenderebbe per ogni metro lineare che a franchi . . . . 0.44 cioè un poco più della metà di quello che sono costati i selciati.

La differenza è ancora più notabile se si prendono per punto di paragone le inghiaiate della stessa strada.

Durante i sei anni di cui si tratta, la spesa media di queste inghiaiate è ascesa, per ogni metro corrente, a fran- chi . . . . 0.47.

Ora la frequenza di transito nelle medesime strade non arriva alla cifra di 150 vetture; il mantenimento delle strade a bitume, in quest'ipotesi, non sarebbe dunque costato che la tenue somma di franchi . . . . 0.13 cioè circa la quarta parte delle spese di mantenimento delle inghiaiate.

Le strade a bitume hanno dunque pure, sotto il punto di vista testè esaminato, una gran superiorità rispetto ai selciati e particolarmente alle inghiaiate.

Capitolo XI.

Strade costrutte con pietre da selciati unite con bitume. — Applicazione alla costruzione de' passaggi sotterranei, delle cantine e de' bacini. — Altre applicazioni a' pavimenti delle scuderie.

Ne' diversi sistemi di costruzione che abbiamo descritti fin qui, le sostanze bituminose sono soltanto esposte all' azione diretta delle ruote; esse contengono la sabbia o le pietre, e le preservano da questa azione. Nel processo che ora farem conoscere le parti sono cambiate. Le pietre soffrono gli urti e la pressione degli agenti esterni; il mastice non serve che ad unirle e farne un masso. Ecco in che consiste questo processo.

Si tagliano delle piccole pietre di $0^m.10$ a $0^m.15$ di larghezza sopra $0^m.20$ a $0^m.30$ di lunghezza, e $0^m.10$ a $0^m.15$ di grossezza e con la stessa cura che se si trattasse di selciati perfezionati come quelli che da qualche anno si fanno a Parigi; e si uniscono questi pezzi nel modo seguente

Sopra un' area perfettamente piana, formata di lastre di ferro fuso, fig. 8 tavola I, si situano in coltello due lamine di ferro della lunghezza di 8 a 10 metri, di una spessezza di uno a 2 centimetri e dell' altezza uguale a quella che si vuol dare alla coperta. Queste due lamine si situano ad una distanza tra loro tale che si possano ne' loro intervalli disporre tre linee parallele di pietre separate da commessure di 2 centimetri e mezzo; esse sono appoggiate ad una serie di altre lamine trasversali della stessa altezza presentanti ciascuna nel suo mezzo un incastro della profondità di 10 centimetri circa, e di una larghezza tale che permetta di stabilire un dente corrispondente nella linea centrale delle pietre. Queste lamine trasversali dividono così lo spazio compreso tra le due lamine longitudinali in una serie di scompartimenti di $0^m.60$ a $0^m.70$ di lunghezza. Il tutto è tenuto fermo staffe di ferro che premono la superficie esteriore delle due lamine longitudinali.

Si situano in ciascuno di questi scompartimenti le tre linee di pietre di cui si parla, rovesciandole, cioè poggiando la faccia lavorata sulla superficie dell' area di ferro fuso. Si debbono alternare da una linea all'altra le commessure trasversali, e fare in modo che le pietre si tocchino quasi secondo queste commessure, lasciando una distanza di 1 o 2 millimetri. Per assicurare la regolarità delle commessure longitudinali conviene disporre precedentemente sull' area nel loro sito de' piccoli prismi vuoti di 25 millimetri di base, e composti di tre fili di ferro, sostenuti di distanza in distanza da piastre triangolari di latta o di legno. Quando le pietre sono disposte convenevolmente, s' introduce con un crivello della sabbia fina nelle loro commessure in modo da coprire interamente questi prismi, cioè per una spessezza di 3 centimetri circa; quindi co mezzo di un mantice si toglie la sabbia che si è spars sul resto della superficie delle piastre:

Mentre che tutta questa operazione si esegue, altri operai preparano il mastice destinato a legare le pietre tra loro. Sarebbe senza dubbio preferibile di comporre questo mastice con le materie di cui abbiam finora prescritto l' uso, ma si può senza inconvenienti, nel caso di cui c occupiamo, diminuire considerabilmente le spese formando un mastice artificiale con catrame di carbone fossile, calce viva in polvere e sabbia, Questo mastice in fatti, come si vedrà in seguito, non dovrà apparire nella superficie delle commessure; sarà preservato interamente dal contatto dell' aria esterna, e non potrà evaporarsi in modo sensibile È solo indispensabile di sottoporlo prima di applicarlo alla prova indicata al principio di quest' articolo e d non adoperarlo se non quando l' impressione di cui si è parlato è fra i 5 ed i 6 millimetri.

Si versa il mastice così preparato nelle commessure delle pietre in modo da raggiungere quasi la superficie superiore. Vi s' introduce nello stesso tempo con una mazza una gran quantità di scaglie di pietra per aumentare la solidità del mastice e rendere più difficile il cangiamento di figura. Infine, quando la materia conserva ancora un resto di calore, vi si applica un secondo strato, e si pone a livello con molta cura col mezzo di un regolo che si appoggia sulle due lamine trasversali di ciascuno scompartimento.

È indispensabile attendere che il mastice che riempie le commessure siasi quasi interamente rassettato raffreddandosi, prima di porvi sopra un secondo strato; senza di ciò quello che copre le pietre avendo una spessezza minore soffrirebbe un restringimento meno considerabile e ne risulterebbe una superficie ondulata.

Le pietre debbono essere nettissime e perfettamente asciutte; onde soddisfare a quest' ultima condizione ed unirle in modo ancora più intimo col mastice, conviene di farle riscaldare presso alle caldaie prima di situarle negli scompartimenti. Per lo stesso motivo è indispensabile che l' operazione sia eseguita al coperto.

Dopo alcune ore si possono togliere i quadroni così preparati da'loro scompartimenti, ciò che si esegue con la maggior facilità, se precedentemente si sieno coperte le lamine di ferro con un cemento di terra grassa o con qualunque altra sostanza che impedisca l' adesione del mastice: quindi si dispongono i quadroni stessi l' uno sull' altro avendo cura, affinchè non cangino forma, di poggiarl sopra di un' area bene spianata. Le stesse precauzioni s usano quando si trasportano dal magazzino al luogo ove debbon esser posti in opera.

Si pongono in opera questi quadroni nel modo seguente: si situano uno accosto all'altro, lasciando tra loro delle commessure di un centimetro e mezzo di larghezza, sopra una inghiaiata la cui superficie è resa regolare col

iezzo di uno strato di sabbia di uno a due centimetri i spessezza. Questo strato di sabbia è posto a livello con n gran regolo, che viene appoggiato su due altri regoli i eguali dimensioni e posti parallelamente sull'inghiaiata: vuoto che resta dopo che questi regoli si sono tolti è iempito di sabbia con precauzione, col mezzo di un altro iccolo regolo. Dopo poco tempo i quadroni per effetto lella loro cedevolezza poggiano in tutt' i punti sullo strato i sabbia. Si raffermano battendoli con un pistone e si ersa del mastice artificiale nelle loro commessure fino ad ina distanza di 3 centimetri al di sotto della loro superficie superiore.

Le altre commessure si son mantenute del tutto vuote fino illa stessa profondità per la sabbia che si è fatto scenlere tra le pietre nella preparazione de' quadroni. Si termina di riempiere interamente le commessure parallele alla lirezione della strada; le altre non debbono esserlo che ino a 5 millimetri al di sotto della superficie del seliato: si fa uso a tal oggetto del mastice simile a quello di cui abbiamo indicato la composizione e la consistenza per la costruzione delle strade a bitume.

Si comprende, dal modo di costruzione descritto, che i quadroni presentano colla loro faccia inferiore delle pietre disposte con la più gran regolarità, e secondo una supercie perfettamente piana, e simile a quella sulla quale sono state poggiate. Ma questa condizione non è sufficiente per rendere le superficie generale della strada bene spianata, ma bisogna inoltre che i quadroni di cui si compone abbiano esattamente la stessa spessezza. È indispensabile perciò che le lamine di ferro le quali limitano ciascuno scompartimento nel senso trasversale abbiano, sino a qualche decimo di millimetro circa, la stessa altezza, e che il mastice che si applica per secondo strato nella preparazione de' quadroni eguagli con la maggior precisione gli spigoli superiori delle lamine. Osservando con esattezza queste due condizioni, si ottiene una superficie di una regolarità geometrica.

Non è necessario, in questo sistema, che l'inghiaiata che serve di fondazione sia prima consolidata col passaggio delle ruote; è solo bastevole di comprimerla con le cure che abbiamo indicate. Si può così senza inconvenienti ridurre la spessezza a 5 o 6 centimetri.

Quando non è essenzialmente necessario che la coperta sia impermeabile, si può fare a meno di riempiere per tutta la loro profondità le commessure che sono fra i quadroni. Si situano allora l'uno accosto all' altro in modo che si tocchino quasi perfettamente; quindi col mezzo di una gran quantità d' acqua e di zeppe di ferro s'introduce della sabbia fina nelle commessure molto strette rimaste fino a 3 centimetri circa al disotto della superficie superiore del selciato. Si termina quindi di riempiere le commessure con mastice come si è detto innanzi.

In quest' ultimo sistema è d' uopo dare al selciato una spessezza di 15 centimetri circa.

Applicazioni dell' ultimo modo di costruzione; suoi vantaggi, e suoi inconvenienti. — Il ponte (*viaduc*) a tre linee di rotaie, di $4^{m}.10$ di apertura ciascuna, costrutto presso Saumur sopra la strada ferrata da Tours a Nantes, pel passaggio della strada nazionale n°. 138, è stato coperto da quadroni uniti con mastice per tutta la profondità delle loro commessure. Questi quadroni hanno una spessezza di $0^{m}.113$; ciascuno di essi è formato con la unione di nove pietre lunghe, di $0^{m}.105$ di larghezza, disposte secondo tre linee parallele. Essi sono stati posti sopra uno strato di sabbia di un centimetro e mezzo di spessezza, che si è livellato immediatamente sulla fabbrica. Si è fatto a meno di coprire le volte di una cappa di cemento; di modo che la spessezza della coperta-cappa di questo ponte non si eleva al di sopra di $0^{m}.128$. Quella della volta essendo di $0^{m}.50$ alla chiave, la spessezza totale non è che di $0^{m}.628$; risultamento che non si era ancora ottenuto se non ricorrendo a travate di legno o di ferro fuso. La vicinanza quasi immediata dal ponte della Loira non ci permetteva di oltrepassare il livello della carreggiata del medesimo, e di dare più grandi dimensioni alla chiave delle volte del nostro ponte.

Avremmo potuto ottenere lo stesso scopo sostituendo a questo sistema di coperta un *mac-adam* bituminoso poggiante sopra un' inghiaiata ordinaria; ma abbiamo temuto che aprendo prima al transito un' inghiaiata di una spessezza molto debole, non avessero a risentirne le fabbriche, ed abbiam preferito l' ultimo modo di costruzione che non le esponeva ad alcun pericolo.

Questa coperta, aperta al transito nel corso del 1846, ha guarentito il ponte da ogni sorta di filtrazione: essa ha resistito perfettamente, ed offre ancora dopo tre anni una superficie di grande regolarità.

Ma per giungere a tal risultato abbiamo dovuto scegliere delle pietre molto dure, il consumo delle quali fosse insensibile e per conseguenza presso a poco uniforme. Si comprende in fatti che le pietre di cui si compone questo sistema di coperte essendo unite tra loro col mastice per molta profondità sarebbe difficile e costoso il toglierle. Ciò non pertanto non si potrebbe riparare in altro modo alle solcature che sarebbero prodotte da una ineguaglianza nel consumo, il legame di queste pietre opponendosi all' applicazione del sistema di mantenimento in uso pei selciati ordinarì. Le riparazioni a farsi nelle opere sotterranee che sono nelle città diverrebbero, per la stessa ragione, molto difficili.

Infine le coperte costrutte con questo sistema sono molto costose, e la spesa non è minore di 12 a 15 franchi il metro superficiale. Si dovrà dunque, se pure non si è in qualche caso eccezionale simile a quello che abbiamo indicato, dare la preferenza a' *mac-adam* bituminosi che

sono molto più economici e sono esenti degl'inconvenienti esposti.

Abbiam tentato sulla strada nazionale n.° 138 un altro saggio nel quale le commessure dei quadroni non sono state riempite di mastice che per una spessezza di 3 centimetri, seguendo la variazione indicata di sopra. Questi quadroni hanno una spessezza di $0^m.15$ e sono formati di pietre di $0^m.125$ di larghezza. Essi sono stati posti sopra una inghiaiata di $0^m.06$ di spessezza compressa per mezzo di pistoni, e costrutta anch' essa sopra una forma di sabbia di un antico selciato. Il successo è stato quasi completo al pari che nel caso precedente, soltanto delle fenditure si sono manifestate nelle commessure di un gran numero di quadroni, ma senza che siasi verificata alcuna conseguenza contraria alla solidità ed alla regolarità della strada. Le riparazioni a farsi in questo sistema sono di meno difficile esecuzione, ma la spesa è molto considerabile, perchè si è obbligati di aumentare la spessezza dei quadroni; di più il vantaggio della impermeabilità svanisce interamente.

Applicazione del sistema precedente a' passaggi sotterranei ed alle cantine esposte alla infiltrazione delle acque. — Sulle strade ferrate stabilite nelle vallate de' fiumi e protette da argini al coperto dalla sommersione, si debbono qualche volta costruire de' passaggi al di sotto che sono esposti alle infiltrazioni delle acque. È facile ovviare a questo inconveniente grave con l'uso di una coperta in pietre unite con bitume. Si estenderà questa coperta sul ponte e su tutta la parte sommergibile delle due rampe di accesso che saranno accompagnate da due muri in prolungamento delle spalle. Per guarentirsi dalle infiltrazioni laterali si farà entrare il selciato per una decina di centimetri sotto ciascuna delle due facce delle spalle, e sopra di esso si porrà un lastricato ordinario di 2 centimetri di spessezza, avente la consistenza che suol darsi ai marciapiedi e che oltrepasserà di qualche centimetro le facce delle spalle situate dal lato della terre. Dopo aver elevato le due spalle sul lastricato, si attenderà che le fabbriche si sieno asciugate, e si copriranno le due facce esteriori di uno strato di mastice che resterà saldato al lastricato orizzontale. Questo strato sarà posto con una spatola di legno od una cazzuola come per gl' intonachi a cemento. Per assicurarne l' impeameabilità, sarà indispensabile di coprirlo d' un altro strato di catrame di Bastennes bollente. A mano a mano che questa operazione sarà terminata, bisognerà appoggiar subito l' intonaco alla spalla con riporto di terra battuta con diligenza; senza questa precauzione non mancherebbe di piegarsi sopra sè stesso.

Il selciato posto orizzontalmente resisterà alla pressione delle acque finchè esso avrà un peso più forte di questa pressione: nel caso contrario sarà necessario modificare il procedimento di cui si è parlato. Ecco ciò che è stato fatto per un passaggio costrutto sotto la strada ferrata da Tours a Nantes nelle vicinanze di Saumur, pel comodo di di una proprietà particolare fig. 9, tav. I.

Uno strato di smalto di $0^m.15$ di spessezza è stato disteso su tutta la costruzione progettata, in modo da oltrepassarne il perimetro per 10 centimetri. Quando si è bene asciugata, si è coperta di un lastricato ordinario di 2 centimetri di spessezza. Durante il tempo di questo lavoro si sono sgombrate le acque d' infiltrazione per mezzo dell' aggottatura; per rendere l' asciugamento più completo e più facile si eran posti sotto dello smalto de' piccoli canaletti in pietra in comunicazione col serbatoio destinato a ricevere le acque. Il lastricato è stato in seguito coperto di una platea generale di $0^m.50$ di spessezza, in fabbrica ordinaria; che si è costrutta sopra uno strato di malta di 5 centitri, per evitare che le parti acute delle pietre intaccassero il mastice; quindi si sono elevate le spalle e costrutto l' intonaco verticale nel modo che si è detto innanzi.

Questa operazione ha perfettamente corrisposto al suo scopo, ed il passaggio resterebbe costantemente asciutto, senza le acque piovane che cadono sulla superficie delle rampe. Si ricevono queste acque in un piccolo bacino costrutto sotto uno de' marciapiedi, che si vuota di tempo in tempo col mezzo di una tromba.

Le cantine di tutte le stazioni della strada ferrata da Tours a Nantes nel circondario di Saumur sono state preservate interamente in questo modo dalle acque d' infiltrazione della Loira; e si potrà adoperare lo stesso metodo in molte altre circostanze simili, nelle quali tutti gli altri procedimenti conosciuti sarebbero perfettamente inutili.

Applicazione alla costruzione delle pareti verticali dei bacini. — I quadroni di pietre unite con bitume potranno esser pure adoperati pel rivestimento verticale delle pareti de' bacini; essi dovranno a tale oggetto esser posti di taglio. Quando la profondità sarà poco considerabile, e non maggiore di $0^m.50$, questo rivestimento sarà sufficiente. Per una profondità maggiore sarà rafforzato con fabbrica ordinaria, che dovrà essere stabilita dal lato della terra, cioè in una posizione inversa di quella ch' è stata indicata pei passaggi sotterranei e per le cantine, la pressione dell' acqua essendo diretta in un senso opposto; per la stessa ragione il lastricato orizzontale che forma il fondo del bacino sarà apparente, e non avrà bisogno di esser caricato di fabbrica.

Si possono pure costruire le pareti verticali de' serbatoi con mattoni uniti con mastice. Questo lavoro deve esser eseguito nel modo seguente:

Dopo aver nettati con una spazzola i mattoni che debbono servire ad elevare il muro del bacino, per toglierne la polvere, si disporranno l' uno accosto all' altro e parallelamente, quella delle loro facce che deve formare l'interno del bacino volgendosi verso sopra; quindi si copriranno di mastice che non contenga sabbia, ed un poco pi

liquido dell'ordinario, affinchè ciascuno di essi non ne conservi che uno strato di 4 a 5 millimetri di spessezza. Il mastice versato sulla superficie colerà tra i mattoni, e li attaccherà l'uno all'altro. Prima che il mastice sia raffreddato si separeranno questi tra loro col mezzo di un coltello; quindi si farà un primo filare verticale, unendoli con mastice invece di malta; in modo che il mastice rifluendo per la pressione de' mattoni l'uno contro l'altro, viene a legarsi con lo strato che riveste la superficie interna di questi.

Si potrebbe sopprimere lo strato di mastice sulla faccia de' mattoni destinati a formare le pareti del bacino, e sostituirvi due strati di catrame di Bastennes disteso con la spazzola. Ma questa operazione, che renderebbe per un certo tempo impermeabile i mattoni, dovrebbe rinnovarsi ogni due o tre anni, mentre che il procedimento che abbiam descritto darà un intonaco che durerà tanto quanto il bacino stesso.

Quando i serbatoi avranno piccolissime dimensioni in tutt' i sensi, cioè 1 a 2 metri di larghezza o di diametro e $0^m.30$ di altezza al più, i mattoni potranno esser posti di taglio. Per le dimensioni più grandi si porranno di piatto o per traverso.

Quando il bacino avrà più di 5 metri di diametro medio, o più di $0^m.50$ di profondità, sarà necessario che i muri verticali di esso sieno costrutti antecedentemente in fabbrica, la cui spessezza sia proporzionata alle dimensioni che dovrà avere. Si procederà quindi al rivestimento interno in mattoni e mastice nel modo che segue.

Dopo che i mattoni saranno stati intonacati di mastice sulla faccia destinata a formare l'interno del bacino, nel modo detto innanzi, si avrà cura nel metterli in opera, ed unendoli per filari paralleli al muro del bacino, di tenerneli distanti da 12 a 15 millimetri; quindi secondo che si sarà elevato un filare co' mattoni posti in taglio, di piatto o per traverso, secondo la profondità del bacino e la forza che si vorrà dare al rivestimento, si verserà del mastice nel vuoto che lo separerà dal muro. È ben essenziale che quest' ultima operazione si faccia filare per filare, e non in una sola volta dopo che tutt' i filari saranno stati elevati, e che non si passi ad un altro filare se non quando il mastice colato tra i precedenti ed il muro sarà quasi interamente raffreddato, in modo da formar corpo col mattone e col muro. Senza di questa precauzione si vedrebbero i mattoni spinti in dentro pel peso della materia.

Quando si costruirà così un muro di fabbrica dietro il rivestimento di mattoni sarà bastevole nel maggior numero di casi di diporre i mattoni in taglio.

Applicazione a' pavimenti delle scuderie.—Le pietre unite con bitume possono pure essere adoperate con molta utilità nelle scuderie. Si otterrà così d'impedire interamente che l'Urina de' cavalli penetri nel suolo, e che si formino i miasmi molto nocivi che ne risultano.

Ne' lavori eseguiti dal genio militare, si limitano le operazioni a costruire un selciato ordinario, a batterlo bene in modo da prevenire ogni specie di cedimento ulteriore, a scavare con grande diligenza le commessure del selciato per 5 o 6 centimetri di profondità, ed a riempirle con mastice simile a quello di cui si fa uso ne' lastricati ordinarî. Quest' ultima operazione deve farsi in due volte, affinchè il mastice abbia minor restringimento, e che il secondo strato poggi sopra una superficie perfettamente asciutta ed ancora riscaldata per l'applicazione del primo.

Quest' ultimo procedimento, con qualunque precauzione si esegua, ci sembra non dia tutte le guarentigie desiderabili d'impermeabilità. In fatti il mastice così applicato non aderisce che molto debolmente alle pietre; l'uno e le altre non sono in certo modo che posti a contatto ed è a temersi molto bene che le urine non s'infiltrino tra loro in molti punti; il calpestio de' cavalli disgiungendoli deve contribuire a produrre questo risultamento. Si potrebbe forse prevenire questo inconveniente coprendo le commessure, subito dopo riempiute e quando esse conservano ancora un residuo di calore, di uno strato di mastice posto a freddo, secondo il procedimento che si è indicato pel mantenimento delle strade a bitume, ma sarà meglio fare uso del sistema di selciato che abbiam fatto conoscere, e che impedisce in modo positivo ogni specie d'infiltrazione.

Ciò che ci fa dubitare del procedimento usato dal genio militare, è che avendone noi fatto il saggio per alcune strade selciate, le ruote han prodotto subito una separazione completa tra il mastice e le pietre, e quindi la degradazione delle commessure. Le abbiamo riparate in modo conveniente intonacandole di uno strato di mastice applicato a freddo.

Si potrebbero del pari riempire le commessure a freddo secondo uno de' processi descritti.

Capitolo XII.

Sostituzione delle strade a bitume a' selciati di Parigi o a quelli di ogni altra città.—Vantaggi che presenterebbe questa sostituzione.

Da un certo numero d'anni il movimento delle strade di Parigi ha preso un accrescimento immenso, e proporzionato allo sviluppo del commercio e dell'industria. Le facilitazioni offerte agli abitanti di questa capitale per la introduzione degli *omnibus*, l'aumento della sua popolazione, il gran concorso degli stranieri che le strade ferrate recentemente costrutte vi attirano, danno a questo movimento un attività che ogni giorno fa nuovi progressi.

L'importanza di questa circolazione mentre porta seco spese molto più considerabili, rende nello stesso tempo molto

più difficili e più moltiplicate le riparazioni a farsi al selciato. Così, malgrado le spese enormi che soffre le città, malgrado le cure continue che usano l'amministrazione e gl' ingegneri incaricati di questo mantenimento, la maggior parte delle strade sono nel più cattivo stato.

Per risolvere questa grave difficoltà, si cerca da qualche anno sia di migliorare il selciato in gres, sia di sostituirvi nuove specie di pavimenti che abbiano maggiore stabilità, richieggano riparazioni meno frequenti e non cessino mai di esser dolci e facili a percorrersi delle ruote.

Molti saggi di selciati perfezionati sono stati tentati per quest' oggetto. Le pietre sono state tagliate con molta diligenza, e se ne sono modificate le dimensioni in molti modi, per dare minor presa all'azione distruttiva delle ruote. Il prezzo del metro superficiale ha aumentato, è vero, in ragione di questi diversi miglioramenti, ma si sono ottenuti de' vantaggi che compensano questa eccedenza di costo. Le spese di primo mantenimento si sono diminuite, il pubblico ha veduto con piacere delle strade più belle, e gli abitanti delle case vicine sono stati in parte esenti dal rumore cagionato dal passaggio de' veicoli.

Però queste strade stesse dopo un certo tempo si degradano sensibilmente; alcune pietre si affondano, gli spigoli di altre pietre si rotondano, un gran numero di commessure formano solco, ed il selciato va a finire col diventare molto duro.

Questo risultamento poteva esser preveduto; esso è dovuto alla natura stessa di questa specie di strade. In fatti, le pietre essendo indipendenti le une dalle altre, è fisicamente impossibile che le ruote esercitino su ciascuna di esse le stesse azione, od a causa del loro difetto di omogeneità, o per la differenza delle loro dimensioni e delle posizioni del loro centro di gravità, od a causa dell'ineguaglianza di compressibilità del suolo sul quale esse poggiano. Ne risulta che, per quanta diligenza siasi usata nella scelta del gres, qualunque sia stata la perfezione con la quale siensi tagliate e poste in opera le pietre, il cedimento che esse soffrono non sarà eguale. Gli spigoli che meno si affondano non venendo allora più difesi da quelli che li toccano, si rompono e divengono rotondi. Ora dal momento che questo doppio effetto comincia a prodursi esso aumenta in una rapida progressione, perchè gli urti divengono sempre più forti, e gli spigoli sono sempre più esposti allo stropicciamento delle ruote de' veicoli. La più piccola differenza di livello tra due pietre consecutive è evidentemente bastevole per condurre a questo inconveniente. I selciati meglio costrutti sono così in un vero stato di equilibrio instabile.

Per far fronte in modo energico a questa causa continua di distruzione, bisognerebbe rimettere al suo posto ciascuna pietra nello stesso istante che comincia ad affondarsi. Il metodo che consiste in sollevare le pietre affondate col mezzo di morse ed a fare scorrere della sabbia al di sotto, adempie a meraviglia questa condizione, e noi stessi ne abbiamo ottenuto eccellenti risultati, sia che siasi trattato del mantenimento di strade nuove o che si sia dovuto riparare a danni antichi ed in cattivo stato.

Ma questo metodo cessa d' esser sufficiente quando si vuole applicare con una frequenza di transito considerabile, come quella delle strade di Parigi, perchè per esser veramente efficace, l' uso dovrebbe esserne in qualche modo continuo, e s' impedirebbe così la circolazione ad un segno tale da non potersi tollerare. Non si potrebbe dunque adoperarlo che ad intervalli troppo lunghi perchè le pietre non avessero già avuto il tempo di cangiar forma e rotondarsi. Così, quando esse sono poste novellamente a livello, le loro commessure formano de' piccoli solchi che s' ingrandiscono sempre di più e che accelerano la riproduzione de' due effetti che abbiamo indicati innanzi. Le ruote cadono da una pietra nel solco che segue, per risalire sopra un altra che esse urtano con violenza, e così di seguito. Ne risulta una continuazione di urti, l' intensità de' quali va sempre crescendo a mano a mano che le pietre si affondano e perdono la figura degli spigoli, e che degradano la strada tanto più rapidamente per quanto più i veicoli sono pesanti e camminano con maggior velocità. Lo sdrucciolare trasversale delle ruote sulle parti inclinate delle pietre aumenta questa causa di consumo.

La mancanza di legame e di omogeneità degli elementi di cui si compongono i selciati, sembra opporsi in modo invincibile a farli mantenere costantemente uniti, e di facile transito per le ruote. Ma non è questo il solo inconveniente ch' essi presentano.

Dapprima, per la durezza della materia di cui sono formati e per la ineguaglianza della loro superficie, producono un rumore che tormenta gli abitanti di Parigi giorno e notte.

In secondo luogo, le acque che escono dalle case e che vengono raccolte in cunette permeabili si corrompono in poche ore, e penetrano nelle commessure piene di fango, che non bastano a lavare le acque delle *fontane-termini*.

Infine, per le loro dimensioni e la loro forma, per la facilità e la prontezza con la quale esse possono essere svelte, le pietre de'selciati diventano ne'momenti di guerra civile materiali convenienti per elevare barricate. È così che nel mese di giugno del 1848 le strade di una metà di Parigi si sono coperte nello spazio di poche ore di una moltitudine di cittadelle quasi inespugnabili, contro cui appena poteva il cannone. Quanto sangue sarebbe stato risparmiato da una parte e dall' altra, se gl' insorgenti non avessero trovato ne' selciati delle strade i mezzi di organizzare una difesa tanto formidabile!

Il governo, giustamente preoccupato di questo pericolo, ho proposto pel servizio del selciato di Parigi la grave ed importante questione di supplire l' antico selciato in gres, nelle grandi linee di comunicazione, con un si-

tema che non offrisse materiali proprî a formar barricate.

La costruzione d' inghiaiate alla Mac-Adam risolverebbe la quistione sotto questo punto di veduta, ma il fango e la polvere che producono, la difficoltà di toglierc questa in tempo utile, le cure continue che richiede il mantenimento di questa specie di coperte ne renderanno l'uso sempre impraticabile nelle strade di Parigi.

I pavimenti in legno, di cui si è fatto saggio da molti anni, non adempirebbero allo scopo di cui si tratta, perchè essi fornirebbero pure materiali che potrebbero esser adoperati nella costruzione delle barricate. Di più l'esperienza ha provato che essi si degradano molto in poco tempo, e che non possono mantenersi senza grandi difficoltà. Infine divengono talmente sdrucciolevoli che i cavalli li percorrono a stento, grave inconveniente di cui abbiamo esposta la causa in uno de' capitoli precedenti.

Le strade a bitume ci sembrano le sole che possano adempiere a tutte le condizioni del problema a sciogliersi. In fatti gli elementi che contengono, interamente analoghi e quelli delle inghiaiate, hanno molto poca massa e molta poca consistenza per offrire materia alle barricate.

Considerate sotto il rapporto della durata e della facilità ad esser percorse, presentano tutte le guarentigie desiderabili e sono di molto superiori a' selciati i più perfezionati, come ne fa prova il saggio della strada Laffitte.

Si potea opporre a questa specie di strade di non offrir presa in tutt' i tempi a' piedi de' cavalli. Il nuovo sistema che abbiam fatto conoscere, e nel quale il *mac-adam* contiene, in tutta l' estensione della sua superficie, un mescuglio di parti flessibili e di parti resistenti, previene interamente questo inconveniente.

Si temeva pure che i pavimenti in bitume non si prestassero alle riparazioni a farsi a' condotti di acqua e di gas, ed altre opere sotterranee che si trovano nella maggior parte delle strade di Parigi. Abbiam fatto vedere che in questo stesso sistema queste riparazioni si eseguirebbero tanto facilmente quanto pe' selciati e le inghiaiate.

Non si può opporre in fine, che la costruzione delle strade a bitume menerebbe seco maggiore spesa. Abbiamo veduto in fatti che il prezzo di un metro superficiale del *mac-adam* bituminoso di 4 centimetri di spessezza è compreso tra franchi 11.27 e franchi 6.19, mentre che i selciati eseguiti con perfezione in questi ultimi anni non costano meno di franchi 15 a 16. Ora noi siamo intimamente convinti che l'ultimo modo di costruzione, nel quale il costo non si eleva che a franchi 6.19, darà i migliori risultati, combinandolo col metodo di mantenimento a freddo ch'è stato descritto. Vi è dunque luogo a credere, che ben lungi dall' essere occasione di spesa più considerabile, le nuove strade farebbero ottenere importanti economie.

In quanto alle spese di mantenimento, il paragone che abbiamo stabilito tra la coperta in bitume del ponte di Saumur ed i selciati della strada di cui questo ponte fa parte, deve farci sperare che vi sarebbe enonomia anche sotto questo rapporto. Ora, quando anche ciò non si verificasse interamente, vi sarebbero pure in favore delle strade a bitume tutte i vantaggi di un transito sempre facile. Si esaminino in fatti i selciati ordinarî costrutti e mantenuti con diligenza, e si riconoscerà che per la metà della loro durata circa essi presentano moltissimi difetti. Bisognerebbe dunque aumentare in una notabile proporzione i fondi stabiliti pel loro mantenimento, affinchè fossero sempre in uno strato soddisfacente. Le strade di asfalto, al contrario, si consumano uniformemente, la spessezza loro data può esser mantenuta usando il procedimento molto semplice del quale abbiam parlato, senza che vi sia uopo di mai ricorrere ad una ricostruzione completa, ed al termine di un numero qualunque di anni esse sono egualmente comode ed unite come nel tempo che si sono aperte al transito.

La sostituzione delle strade a bitume al selciato di Parigi, od a quello di ogni altra città, potrebbe d'altra parte esser fatta co' soli fondi di mantenimento.

A tale oggetto, in luogo di far venire delle pietre nuove dalle cave, si demolirebbe una certa lunghezza della strada, e s' impiegherebbero quelle in buono stato per la riparazione del resto del selciato. La porzione demolita sarebbe convertita immediatamente in *mac-adam* bituminoso col mezzo de' fondi assegnati per la compra delle pietre nuove. Si trarrebbe profitto di tutt' i materiali fuori uso, al pari che delle schegge di ritaglio per la costruzione dell' inghiaiata, sulla quale sarebbe disteso lo strato di asfalto, ciocchè diminuirebbe d' altrettanto le spese di costruzione. Si otterrebbero così, successivamente e senza spesa primitiva, delle coperture di cui riepiloghiamo, dando fine all' articolo, i vantaggi principali.

1°. Esse hanno più stabilità di tutte le strade conosciute e non richieggono mai pel loro mantenimento quelle rifazioni complete che fanno grande ostacolo al transito.

2°. Costantemente unite, senza essere sdrucciolevoli, esse sono più comode delle inghiaiate le più belle.

3°. Esse non producono quel rumore assordante, quelle scosse continue cagionate delle ruote de' veicoli sul selciato, e non sono così una delle cause più attive de' danni delle case adiacenti.

4°. Non offrono materiali proprî ad erigere barricate.

5°. Esse preservano il suolo inferiore da ogni sorta di umidità, qualità importante specialmente per quanto riguarda la salubrità delle città.

6°. Applicate su' ponti fanno nello stesso tempo le veci di cappa.

7°. Si consumano molto lentamente; da ciò risulta che esse non producono nè fango nè polvere, e che sono in tal modo esenti dall' inconveniente che ha fatto proscrivere generalmente le inghiaiate dello interno de' grandi centri di popolazione.

8°. Infine, per le loro diverse qualità, esse si presterebbero a meraviglia a'saggi che sono stati tentati nello scopo di far camminare le locomotive sulle strade di terra, saggi la cui non riuscita dev' essere attribuita principalmente alle ineguaglianze del suolo, che producono prontamente la distruzione delle macchine, ed alla polvere che si attacca alle ruote(c).

INTORNO ALL' USO DELLA DECORAZIONE A VARII COLORI NELL' ARCHITETTURA GRECA

Pel sig. I. J. Hittorff.

(*Civil Engineer and Architect's Journal.—25 gennaio 1851.*)

Io viaggiai in Sicilia negli anni 1823 e 1824 in compagnia di due architetti tedeschi, i sig. Zanth e Stier. Noi scoprimmo in alcuni scavi che feci fare ad Agrigento, Siracusa, Acrea, Catania, Segesta, ec. come i sig. Harris ed Angell avean già fatto a Selinunto, molti vestigi di stucco colorato sugli avanzi di tempî ed altri edifizî costrutti in pietra porosa, e molte tracce di colori usati sopra pietra dura e compatta senza un rivestimento di stucco, ed anche sopra il marmo.

Il gran numero di questi indizî di una primitiva decorazione in colori, l' apparir di tinte simili sopra simili modanature e la presenza de' colori sulle figure scolpite su' bassi rilievi ed ornati fecero volgere la mia attenzione sulla teoria del sig. Quatremère de Quincy intorno all'uso della decorazione a più colori sullo stucco, teoria che egli ha con tanta abilità stabilita nella sua magnifica opera *Le Jupiter Olympien.* Io entrai tanto nella sua opinione che non mi rimase più dubbio non solo intorno all' uso de' colori nella scoltura che erasi determinato dal sig. Quatremère de Quincy, ma anche, come necessaria conseguenza, intorno alla loro applicazione nell' architettura, resa evidente dalle mie proprie ricerche.

Immediatamente dopo il mio ritorno in Roma, io preparai insieme al sig Zanth de' restauri di que' tempî siciliani de' quali avevamo potuto rintracciare i colori, e noi avemmo il privilegio di mostrarne i disegni agli artisti ed antiquarî di quella capitale.

Noi trovammo che il principio generalmente seguito era di colorare il fondo del muro di un giallo pallido o color d' oro, i triglifi ed i modiglioni di azzurro, le metope ed il timpano in rosso, ed altre parti dell' edifizio in verde; e nel variare queste medesime tinte ad usarle con maggiore o minore intensità, come veniva dettato dal giudizio dell' artista.

Questa scoperta, che sovvertiva l' idea sino allora dominante di essere nell' arte greca adoperato un solo colore, incontrò molti oppositori ma pochi sostenitori. Questi ultimi però si accrebbero dopo il 1830, nel quale anno io pubblicai in Parigi il restauro completo di un tempio di Selinunto, poggiato sugli antichi vestigi colorati che mi era riuscito di scoprire.

In questo saggio io mostrai che l' architettura a colori era stata usata in tutti i tempi da' Greci, i quali cercavano con questo mezzo di accrescere l' eleganza de' loro edifizî senza scemarne la maestà; e che questo sistema, applicato sotto un cielo puro, animato da un sole risplendente e circondato da una vegetazione rigogliosa, era l'unico mezzo di porre in armonia l' opera dell' arte colla ricchezza della natura. Un' altra ragione per la sua adozione era la conservazione de' monumenti. Io ne mostrai la necessità per la sua analogia con la scultura colorata, e per l' uso di quest' ultima insieme alla pittura istorica murale negli edifizi dell' antichità, notando che l' una e l' altra nella loro unione con l' architettura richiedevano una necessaria simiglianza ne' muri e nelle decorazioni dello stesso edifizio. Io sosteneva che le opere più ammirate degli antichi traevano il loro effetto dall' armoniosa combinazione delle tre arti, le opere delle quali prese isolatamente possono talora approssimarsi al sublime, ma non possono, se non unite, produrre quel sentimento di soddisfazione e di perfezione che in questo stato esse cagionano.

(c) L' articolo che precede è stato anche riportato nel *Civil Engineer* compendiato dal sig. G. R. Burnell, il quale dichiara di non dividere pienamente la fiducia che il sig. de Coulaine ripone nell' uso delle strade a *mac-adam* bituminoso. Egli dice aver conosciuto che i risultamenti del saggio al termine della strada Laffitte sono soddisfacenti, e che otto anni di transito lo han poco alterato, ma aggiugne che l' applicazione fatta su' *baluardi* è troppo recente per potersi citare altrimenti che come una strada senza rumore e di transito molto comodo in està; che sebbene lo spazzamento di Parigi sia meglio organizzato di quello di Londra, sembra che nella stagione umida la via de' baluardi sia molto fangosa; e che infine la spesa di mantenimento non è ancora ben determinata. Conchiude il sig. Burnell essere però abbastanza dimostrati i vantaggi delle strade in asfalto per dichiararle superiori a tutte le altre là dove si richiede una strada senza rumore, e specialmente presso alle piazze (*squares*) di Londra, alle chiese, agli ospedali ed a' luoghi di pubbliche riunioni, e non iscorgersi alcuna ragione perchè queste strade opportunamente spazzate non debbano essere egualmente nette ed economiche delle altre.

Il saggio eseguito in Napoli nella strada Toledo, dopo aver presentato per alcuni mesi un passaggio abbastanza comodo ed uguale, si è subitamente squarciato, lasciando scoperto lo strato inferiore e si è quasi interamente distrutto, in modo che è stato necessario disfarlo e sostituirvi l' ordinario selciato. Però noi crediamo che nulla si possa dal medesimo argomentare in favore o contro al sistema, giacchè quel saggio fu eseguito in circostanze particolari e senza tutte le necessarie cure, tanto maggiormente che il metodo di costruzione a caldo ivi seguito non è quello che il sig. de Coulaine indica doversi preferire.

Dal fatto conosciuto che i primi tempî de' Greci erano di legno, e che i loro primi idoli, tratti dall' Egitto, erano della stessa materia, io conchiusi che il desiderio di preservare i loro santuarî li abbia indotti ad applicare qualche preparazione sulla superficie del legno; e che questo rivestimento sia stato analogo a quello degli idoli che doveano esser rinchiusi ne' tempî, affinchè tanto quelli che questi potessero presentare dopo lo stesso elasso di tempo una apparenza corrispondente.

In sostegno di questa naturale induzione, io citai il passo di Vitruvio (1) dove questo autore dice: *Ideo quod antiqui fabri quodam in loro ædificantes, cum ita ab interioribus parietibus ad extremas partes tigna prominentia habuissent collocata, intertignia struxerunt, supraque coronas et fastigia venustiore specie fabrilibus operibus ornaverunt: tum projecturas tignorum, quantum eminebant, ad lineam et perpendiculum parietum persecuerunt: quæ species cum invenusta iis visa esset, tabellas ita formatas, uti nunc fiunt triglyphi contra tignorum præcisiones in fronte fixerunt et eas cera cærulea depinxerunt* (a).

Da ciò io dedussi che se, conformemente all'antico costume, continuava ad usarsi un rivestimento di cera e colore in quelle parti del tempio nelle quali si faceva ancora uso del legno, questo costume avea dovuto col progresso del tempo estendersi anche a quelle parti le cui forme, sebbene eseguite in pietra od in marmo, erano imitate dall' uso antico delle costruzioni in legno; ed infine, per sicuro risultamento della tradizione religiosa, e per la necessità di un'analogia fra l' insieme ed i particolari, avea dovuto essere applicato all' intera superficie dell' edifizio.

Il silenzio del sig. Winkelmann e de' suoi seguaci intorno all' applicazione de' colori nell' architettura antica, nasce dalla mancanza quasi assoluta di ogni notizia su questo soggetto nelle opere degli antichi scrittori; ed io attribuii questo silenzio all' uso universale presso gli antichi della decorazione a colori, che non presentando cosa alcuna di notabile per la sua singolarità, non meritava una particolare menzione. Io mostrai che questa conchiusione era appoggiata dal fatto di trovarsi anche al giorno d' oggi delle tracce visibili di colori sul Partenone, sull'Eretteo, sul Teseo e su' tempî di Egina e di Bassa, sebbene Pausania non faccia cenno di essere stati i medesimi così decorati: ed io volsi la mia attenzione all'unico passo del suo libro dove sia fatto cenno dell' applicazione dei colori, dove si parla cioè de' tribunali rossi e verdi, e dove egli fa menzione di questi non per la singolarità della loro decorazione, ma perchè servivano a dar nome agli edifizî che li contenevano; nel modo stesso che il sito e la forma servivano ad indicare due altri tribunali uno de' quali prese il nome di *Parabyston* e l' altro di *Trigonon* (2).

Da questo passo argomentai che il rosso ed il verde doveano essere i colori predominanti in quei due tribunali, e che questo sistema di decorazione a colori fosse applicato non solo agli edifizî religiosi ma anche a' civili: che il silenzio degli antichi autori, lungi dal presentare alcuna obbiezione a questa teoria, dimostri la certezza della sua applicazione universale: e che infine le prove materiali di questa pratica, anche ora abbondanti, sarebbero state più numerose, come osserva il sig. Quatremère de Quincy, se i critici moderni, sempre che veggono tracce di decorazione o su' monumenti stessi o nelle descrizioni degli antichi autori, non sembrassero decisi alcune volte a negare le loro conseguenze, perchè contrastano con le nozioni da essi ricevute sul gusto e su' sistemi degli antichi, qualche volta a porre in dubbio la loro esistenza, e quasi sempre a negar loro la dovuta considerazione (3).

Senza notare tutti i monumenti della Grecia e della Sicilia su' quali si scorgono tracce di colori, citerò i principali esempî che mi servirono nel mio restauro del tempio di Selinunto.

Il pavimento che si vede nel Pronao e nella Cella del mio disegno, è imitato dal pavimento di stucco ancora visibile nel Postico e nello Pteroma di uno de'grandi tempî di quella città; e dalla decorazione di questo pavimento in forma di pitture, io immaginai che gli antichi mosaici erano in origine eseguiti in egual modo, e che le loro forme, sia che rappresentassero compartimenti, rabeschi, o creazioni animali, erano sempre disposte ad imitazione delle pitture, anzichè consistere in larghe lastre, come si usa generalmente ne' pavimenti di marmo delle nostre costruzioni moderne.

Io mostrai che i fusti colorati delle colonne erano non solo d' accordo con ciò ch' io avea osservato in Sicilia, ma erano confermati inoltre da una lettera autografa del sig. Dufourny, il quale così si esprime: « Il sig. Dodwell » mi disse di aver veduti molti tempî in Grecia, le colonne » de' quali erano coperte di stucco, come erano quelle di » Girgenti e Selinunto in Sicilia. Alcune volte lo stucco, » come a Selinunto, era grigio, rosso o d' un colore » azzurro; ma lo stucco si trova solo sulle colonne di pietra. » Sebbene questo fatto, osservato verso la fine del

(1) Virt. lib. IV, cap. II, §. 17.

(a) Perchè gli antichi fabbricatori edificando in un certo luogo, poichè ebbero situati i travi con un capo sul muro di dentro, e con l' altro su l'esterno tanto che sporgevano anche fuori, empirono di fabbrica lo spazio rimaso fra' travi, e sopra vi fecero le cornici ed i frontespizi ornati di buona maniera: indi segarono a linea ed a piombo delle mura tutte quelle punte di travi, che sporgevano in fuora: e perchè parve poi brutto quell' aspetto, affissero sulla testa tagliata de' travi delle tavolette a quella foggia, che si fanno ora i triglifi, e le dipinsero con cera turchina, *Traduzione del Galiani.*

(2) Paus. I, 28, 8.

(3) *Le Jupiter Olympien* p. 29.

secolo scorso, non sia stato notato in nessuna delle opere moderne sulla Sicilia, non perciò possiamo rifiutare di ammetterlo, o considerare come obbiezione il silezio de'viaggiatori moderni.

Delle lievi tracce di colori, conservate su varî frammenti, mi serviron di autorità nel restauro del capitello Jonico, e pe' capitelli delle ante io mi giovai del colore trovato sopra una delle ante a Selinunto, e su quelli dei tempî di Giove ad Egina a di Nemesi a Ramno.

Le modanature colorate del cornicione furono restaurate sopra alcune parti del cornicione del tempio stesso, e sopra altri frammenti raccolti fra le rovine. Io non trovai che leggiere tracce di colore sulle metope e gli architravi, che indicassero l' esistenza di ornamenti dipinti, ma io potei riconoscer questi su varie terre cotte trovate nell' isola, le forme delle quali, copiate da tempî Dorici, rappresentavano ornamenti in origine dipinti sulle metope e gli architravi de' monumenti effettivi. È molto notabile l' uso esteso presso gli antichi di imitare anche nei più piccoli utensili di uso ordinario le forme e gli ornamenti de' loro edifizî; e come i vasi fittili spesso offrano l' immagine delle cornici che coronano i tempî, o copie di dipinti celebri: dando così a' più rozzi lavori del pentolaio un riflesso delle più rinomate opere dell'architettura e della pittura. La non dubbia identità fra le terre cotte ed i resti de' monumenti Greci e Romani ha molto corroborati i risultamenti delle mie induzioni, tratte da altre sorgenti, di un' origine e di un tipo comune tra la Grecia e le sue colonie.

Egina, Metaponto, Pompei, Ercolano e molte altre città mi somministrarono esempî pel restauro del tetto e per gli ornamenti del timpano e del portico.

Per giustificare la ricca decorazione in colore data ad un tempio Dorico, io mostrai come, nell' uso quasi universale di quest'ordine, il colore offriva il mezzo più sicuro di variare la ricchezza e l' apparenza de' santuarî, e di ottenere modificazioni molto sensibili, secondo il carattere delle divinità. In tutta la Grecia, la Sicilia e la Magna Grecia, i più importanti edifizî erano Dorici; e gli ornamenti dipinti più o meno predominanti doveano necessariamente dar loro un'apparenza più o meno magnifica e renderli più o meno adatti alle particolari divinità. Lo stesso risultamento si otteneva, nell'uso quasi generale dell'ordine Corintio presso i Romani, variandone il carattere con una differenza ne' profili e nel numero di modanature e di ornamenti di scultura. Ciò si scorge evidentemente esaminando la semplicità degli ordini del Panteon, del Tempio di Antonino e Faustina e dell' arco di Costantino, paragonata alla ricchezza de' tempî di Giove Tonante, del Foro di Nerva e di alcuni altri.

I Greci per altro, non sempre adoperavano gli ordini di architettura secondo la differenza del loro carattere e della loro ricchezza, giacchè troviamo colonne ioniche decoranti l' esterno del tempio di Minerva Alea a Tegea, colonne doriche sostenenti le corintie nella Cella. L' u[so] delle colonne ioniche con un cornicione dorico è un alt[ro] esempio della poca attenzione che si prestava ad una strett[a] classificazione degli ordini. Io scorgo in ciò la pruova [di] un epoca particolare nella storia dell' architettura, e [di] non essere il Tempio di Empedocle per questo riguardo af[fatto] fatto un esempio isolato.

Nel mostrare come un tempio Greco restaurato in tut[ti] i suoi colori rassomigli alle decorazioni colorate di Er[colano] colano e di Pompei, e come i resti architettonici di que[sta] sta città di origine greca, paragonate con le rovine esi[stenti] stenti in Grecia ed in Sicilia, presentino chiare prove d[i] analogia, di modo che l' uso dell' uno o dell' altro stil[e] sia perfettamente ammissibile nello stesso edifizio senz[a] dar luogo alla minima incongruenza, noi troviamo un[a] incontestabile evidenza in appoggio della permanenza dell[e] forme e de' principî dell' architettura fra gli antichi, e[d] una dimostrazione certa che questa similitudine dell'estern[o] esisteva anche all' interno.

Ercolano e Pompei possono offrirci materiali di somm[o] valore allorchè cerchiamo con cura e diligenza di raffigurarci per quanto è possibile il tipo de' monumenti della madre patria. Sebbene pel restauro del tempio di Empedocle io mi sia servito di autorità tratte quasi esclusivamente dalla Grecia, io sono però ricorso ai preziosi avanzi di quelle città onde più chiaramente dimostare e rendere più perfetta la connessione di queste induzioni. Così i compartimenti di stucco dipinto imitanti lastre di marmo, introdotti nell' esterno e nell' interno del tempio, nella forma di un dado intorno alle mura, trovasi anche usato in Pompei tanto spesso da dimostrare che questa è una tradizione di un sistema di costruzione, che noi troviamo essere stato di un uso generale ne'tempî Greci, e che è ancora comune alla maggior parte de' tempî Romani.

Io restaurai il tetto della Cella sotto la forma di una armatura a due falde costrutta a trafori; avendo stabilito l' uso di questo modo di costruzione con la scoperta di antiche tegole dipinte sopra ambedue le facce, in modo da potersi guardare tanto da sopra che da sotto; la quale idea è inoltre appoggiata dall' essere questa specie di tetti rappresentata nelle tombe Greche ed Etrusche tagliate nel masso, dalla descrizione della Basilica di Fano di Vitruvio e di altri simili edifizî, dalla loro esistenza in realtà o in dipinto in molte costruzioni di Pompei, ed in fine dalla continuazione di questo sistema di copertura nelle primitive basiliche cristiane dell' Italia e della Sicilia.

La decorazione dell' armatura del tetto è fondata sulle tracce di colore ancora visibili nelle travi di marmo dei monumenti di Atene e di altre parti della Grecia, ed anche da' compartimenti belli e riccamente colorati che sonosi trovati in alcuni luoghi, come in terra cotta a Metaponto e qualche volta in materiali più preziosi; ed in-

è in sostegno di questa parte della mia decorazione, io riportai, come ho avuto occasione di fare per molte re, alle chiese Siciliane dell' undecimo secolo.

Prima di decidermi intorno allo stile di pittura che me-o fosse d' accordo con le dimensioni e col carattere del npio, io esaminai con grande attenzione l'applicazione la pittura storica all' abbellimento delle mura degli e-izî della Grecia, ed in ispecie de' suoi tempî. Io vidi e l' uso di questa sorta di decorazione era stato gene-le in Grecia, come diviene evidente considerando i por-i di Atene, Olimpia e Delfi, dove Polignoto, Eufra-re e Micone, nel dipingere le gesta degli eroi del loro ese, eccitavano i loro concittadini ad imitarne le guer-ere virtù; la Curia, dove Protogene ed Olbiade dipin-ro le immagine de' legislatori; i teatri e gli Odei, de-rati da' ritratti de' poeti e dalla rappresentazione delle razie loro inseparabili compagne; i Ginnasî, offrenti lo sguardo dello spettatore i quasi divini conquistatori, sieme a Marte ed alle Muse; i Propilei, più famosi per opere preziose di pittura che pe' marmi di cui erano perti; i palagi, le case e le tombe, nelle quali ul-me la pittura storica su' muri formava il principale or-amento; ed infine i tempî, come in Atene soltanto quelli i Teseo, Eretteo, Bacco, Esculapio ed i Dioscuri, le pit-ure de' quali erano tutte significative, e d' accordo col ito e le divinità. Non devesi però confondere questo si-tema caratteristico comune a tutte le epoche, e che ri-monta all' Egitto, col costume non meno antico e generale li sospendere tavolette di legno negli edifizî sacri a guisa li offerte. I più antichi esempî di pittura su' muri furono quelli eseguiti in Italia, come nel tempio di Giunone ad Ardea; in quello di Cera di una più remota antichità; ed n quello di Lanuvio, nel quale Caligola tentò invano di staccare le pitture dai muri e toglierle dal tempio rovi-nato che esse adornavano. La pittura in mosaico, sia nel modo delle antiche basiliche o come nelle opere del ri-sorgimento, hanno dovuto senza dubbio essere una tra-dizione di quest' uso.

Quanto al soggetto ed alla composizione delle pitture de' Greci, è d' uopo notare che nelle pitture de' vasi ed in altre loro decorazioni i soggetti erano spesso copie di o-pere celebri, e quindi necessariamente davano la più esatta idea del carattere ed effetto di queste. Esaminando le di-verse specie di queste composizioni, cioè quelle nelle quali le figure sono disposte in prospettiva isometrica, e quelle nelle quali sono situate sopra una linea, io scelsi questa ultima forma di disposizione, a cagione delle dimensioni ristrette dell' edifizio.

I sepolcri degli antichi essendo una imitazione de' loro tempî, io esaminai le tombe di Corneto, per vedere se vi fosse qualche particolare disposizione nelle loro pittu-re; e per le notizie così ricavate, senza pretendere che questa disposizione fosse generalmente adottata, io lasciai uno spazio al disopra di ciascuna pittura per porre in mo-stra le offerte votive, sistema che può essere appoggiato dalle descrizioni di Pausania. Lo scudo di Pirro era po-sto al di sopra della porta del tempio di Cerere in Argo, e ritratti mobili erano sospesi al di sopra delle pitture murali di Polignoto nell' edifizio contiguo alla Propilea. Le offerte che così spesso veggonsi rappresentate nella parte superiore de' vasi, le scene delle quali rappresen-tano l' interno di un tempio, non sono prove meno convin-centi in favore della posizione che io ho loro assegnata.

Desiderando che le pitture dell'interno fossero per quanto era possibile in armonia col periodo nel quale fu co-strutto il tempio, io rivolsi la mia attenzione allo stato delle arti nel tempo della sua fondazione. I più antichi tempî di Selinunto appartengono ad un'epoca prossima a quella della fondazione della città, che fu fra la trente-sima settima e la trentesima ottava olimpiade; quelli poste-riori corrispondono alla settantesima olimpiade; e gli ul-timi fra i quali quello di Empedocle, furono eseguiti nel più brillante periodo dell' arte greca (4).

È quindi verso la novantesima olimpiade, allorchè fiori-vano Paneno, Polignoto, Micone e molti altri celebri pit-tori, che debbono supporsi eseguite queste pitture. Perciò io ho tratto dai vasi attribuiti a quell' epoca il carattere della composizione che ho creduto esser meglio d' accordo con la destinazione dell' edifizio.

La piccolezza del tempio mi fece supporre che esso fosse destinato ad onorare le spoglie di qualche mortale divi-nizzato, secondo le idee religiose de' Greci, che innalza-rono molti simili tempî a' loro eroi. Questa supposizione essendo confermata dal fatto narrato da Diogene Laerzio, che gli abitanti di Selinunto aveano offerto gli onori di-vini ad Empedocle per averli salvati dalla peste, io ho immaginato che questo tempio fosse consacrato a quel li-beratore della città. Molti autori si accordano nel dire che Empedocle fu onorato di apoteosi nella novantesima terza olimpiade; ma ancorchè non vi fosse alcuna pruova in-contestabile di questa ipotesi, nulla vi è che si opponga alla medesima, e questa presunzione è giustificata dal nome dell' eroe, dalla certezza del suo culto, dalla identità del tempo e dalla probabilità dell' avvenimento.

La statua di Empedocle era probabilmente di oro ed avorio e brillante di tutta la ricchezza della scultura colo-rata. Questo effetto di splendore e di colori è perfetta-mente d' accordo col carattere di questo favorito de'numi, che non mai lasciava il suo mantello di porpora nè ripo-neva la sua corona Pitia; e la statua in tal modo restau-rata è del tutto in armonia col sistema di architettura

(4) Queste epoche corrispondono relativamente agli anni 630, 500 e 440 prima dell' era crtstiana.

colorata stabilito con tanto successo dal sig. Quatremère de Quincy, e confermato in seguito da tante nuove ed importanti scoperte.

L'esterno è ornato di bassirilievi colorati, che evidentemente son molto preferibili alle pitture, giacchè queste ultime, rappresentando solo una disposizione particolare di luce e di ombre scelta dal pittore, non posson mai presentare un effetto così possente come quello della scoltura colorata, la quale, essendo sempre illuminata nella medesima direzione del monumento stesso, presenta sempre un effetto in perfetto accordo ed armonia con questa struttura.

Io ho supposto che le porte del tempio fossero di bronzo; e la descrizione delle porte d'oro e di avorio del tempio di Minerva a Siracusa mostrano a quale estensione questa specie di decorazione fosse portata dagli antichi.

Io ho situato l'altare nell'interno del tempio, rammentando un passo di Cicerone dove è detto che due altari erano posti un *ædiculum* a Messina. Il gran numero di frammenti conservati e le dimensioni limitate di questo tempio m'indussero a scoglierlo come esempio, poichè presentava minori difficoltà e ne era più agevole la pubblicazione. L'oggetto delle mie ricerche non è stato un modello preciso di un antico santuario ma il restauro di un monumento che dia la più facile è completa idea dell'architettura a più colori.

Dopo la pubblicazione di quell'opuscolo e la esposizione de'disegni che l'accompagnavano, il dotto archeologo sig. Raoul Rochette, il quale avea dapprima accettate le mie scoperte sull'architettura colorata, ed avea dichiarato di prestar fede all'accuratezza che erasi in esse usata per la sua propria esperienza in Sicilia, si volse per caso ad oppugnare le mie asserzioni intorno all'uso della pittura murale. Egli sostenne col sig. Boettiger, che i Greci non mai aveano nelle migliori epoche dell'arte, eseguite le loro opere principali se non sopra tavole di legno da essere incastrate o fissate su'muri. Egli conchiudeva rigettando la mia asserzione dell'uso generale dell'architettura colorata, confinando questa fra i mezzi secondarî di semplice abbellimento (5). Questa opinione del dotto critico fu in cambio attaccata da un altro illustre archeologo, il sig. Letronne (ultimamente morto) in una serie di lettere che mi fece l'onore d'indirizzarmi, e nelle quali egli interamente concorreva nel sistema da me stabilito dell'esecuzione di pitture storiche e mitologiche su'muri in tutti i periodi dell'arte greca, e dell'interruzione di questo uso verso il declinare dell'impero (6).

Dopo queste pubblicazioni venne in luce fra gli altri un opuscolo del sig. G. Semper (7). Questo architetto ri- nando da' suoi viaggi in Italia, in Sicilia ed in Grecia, n solo confermò l'esistenza della decorazione a colori su t i monumenti greci o romani, ma diede tutta l'estensi e possibile a questa applicazione. Questo scrittore fu seg da un sapiente tedesco, il sig. F. Kugler (8) il quale sforzò a dimostrare, con l'aiuto de' resti dell'antichit con citazioni di antichi autori, che i colori probabilme esistevano ne' tempî della Sicilia e nelle più antiche struzioni della Grecia eseguite in pietra; ma che l' de' medesimi negli edifizi di Atene costrutti da Pericl specialmente nel Partenone, si limitava all'applicazi dell'azurro alle metope a' modiglioni ed al timpano; rosso ad alcuni filetti ed agli ornamenti dipinti di alcu modanature, e dell'oro ad alcuni accessorî, come gli sc e le iscrizioni del fregio, le teste di leoni e la scult sormontante gli acroterî: ma per quelle parti che forma la massa predominante, come le colonne, l'architrave, triglifi e la corona, il sig. Kugler stimava si lasciasse lo il colore naturale del marmo come ora si scorge. Quan alla scultura, egli ammette che i capelli ed il panneggi mento fossero dipinti, ma crede che le parti piane e nu erano lasciate interamente senza colore. L'ultimo scritto su questo soggetto è il fu sig. Hermann (9). Nella s opera questo dotto filologo ha esaminati particolarmen i passi degli antichi autori che hanno relazione alle pi ture istoriche. Da questo esame risulta che se qualch dubbio può sorgere intorno a varie espressioni adopera te per indicare pitture eseguite su' muri, è però cert che dove Pausania parla di pitture in parte od in tutt cancellate, devesi intendere di pitture murali.

Mentre queste e molte altre pubblicazioni dello stess genere venivan fuori, io raccoglieva di tempo in temp novelli documenti confermanti le mie prime scoperte e l deduzioni che io ne aveva tratte. Ora può dirsi provat l'esistenza su' monumenti di Atene de'colori medesimi ch io aveva scoperti su' tempî Siciliani, e che io avea gi detto dover essere stati applicati ne' monumenti in tutt i paesi greci, e specialmente in quelle parti dove i principî ellenici erano stati trapiantati ed eransi conservati nella primitiva bellezza. Ed in effetti, risvegliata una volta l'attenzione degli artisti e degli archeologi e rivolte le loro ricerche ad una così notabile particolarità dell'arte antica, parte infino allora così poco osservata, si moltiplicarono costantemente le prove dell'uso della decorazione a colori.

---

(5) Vedi diversi articoli nel *Journal des Savans*; ed inoltre *Peintures antiques inedites* e *Lettres Archeologiques* del sig. Raoul Rochette.

(6) *Lettres d'un antiquaire à un Artiste* et *Supplement*, pel sig. Letronne.

(7) *Bemerkungen über bemalte Architectur und Plastik*, per G. Semper.

(8) *Ueber die Polychromie der Griechischen Architectur und Sculptur und ihre Grenzen*, pel Dott. Franz Kugler.

(9) *De Veterum Græcorum Pictura Parietum Conjectura etc.* Godofredo Hermanno.

Fondazioni Pneumatiche

Una ingegnosa invenzione, dovuta al dottor Pott, di un modo di conficcare nel suolo per mezzo della pressione atmosferica i pali destinati ad alcune specie di fondazioni, che era già nota da alcuni anni in Inghilterra, ha ricevuto negli ultimi tempi numerose ed importanti applicazioni, specialmente nelle fondazioni delle pile de' ponti nel letto de' fiumi. Crediamo perciò opportuno far conoscere ai nostri lettori i cenni che se ne trovano in un articolo del *Technologiste* di giugno 1851, che abbiamo cercato di ordinare nel modo migliore affinchè presentassero una notizia generale e succinta, ma chiara al tempo stesso, di questa importantissima invenzione.

Il sistema originale del sig. Pott consiste nell'adoperare de' pali di ferro vuoti o tubulari, formati di vari pezzi o tronchi tali da potersi aggiustare l' uno sull'altro senza che l' aria possa passare attraverso delle commessure. Un primo di questi pezzi è posto perpendicolarmente al disopra del sito dove vuolsi affondare il palo, e la sua parte superiore vien coperta da un cappello o coverchio impenetrabile all' aria. Questo cappello è messo in comunicazione con un possente apparecchio pneumatico destinato a fare il vuoto dell' interno del palo o tubo, il quale rapidamente discende nel suolo per la presione atmosferica esterna. Non bisogna però credere che questa pressione sia essa sola sufficiente a produrre questo rapido affondamento, poichè essa equivale ad un peso morto, il quale non basterebbe per certo a vincere la coesione delle terre e l' attrito, come l' esperienza ha dimostrato e come vedremo in appresso. Però il vuoto fatto nell' interno del tubo fa sì che l' acqua, la sabbia e la ghiara, precipitandosi a riempierlo, lascino al disotto del tubo medesimo uno spazio quasi vacuo di materia solida, nel quale esso facilmente discende pel proprio peso e per l' esterna pressione, non avendo quasi altra resistenza a vincere che l' attrito delle pareti.

Da quanto si è detto, agevolmente si scorge che questo sistema è particolarmente applicabile nelle costruzioni idrauliche o ne' suoli molto acquosi o in vicinanza de'fiumi o del mare, poichè l'acqua è quella che principalmente facilita l' operazione, trasportando seco le terre nell' interno del tubo. Quest'acqua mista alle materie terrose vien facilmente portata via per mezzo di una tromba, e si continua a fare il vuoto sino a che il primo tronco del tubo sia disceso con la sua estremità superiore al livello delle acque, dopo di che si toglie il cappello, si adatta solidamente un secondo tronco sul primo e si ripete l' operazione infino a tanto che tutto il palo sia penetrato nel suolo.

Questo processo fu per la prima volta messo ad esperimento il dì 16 luglio 1845 alle Godwin - Sands, dove si affondò un tubo di 2 piedi e 6 pollici di diametro nella sabbia alla profondità di 22 piedi in due o tre ore. Un ingegnere presente ad un' altra sperienza fatta a Trinity Brethren, dice che la facilità con la quale si faceva discendere il tubo poteva paragonarsi all'azione di far rientrare in sè stesso un tubo di teloscopio. Il sistema di cui è parola è stato applicato alla costruzione di diversi segnali marittimi sopra varî scogli allo sbocco del Tamigi, ma la più grande di queste applicazioni è stata quella dello stabilimento sul South - Calliper delle Godwin - Sands di un segnale composto di cinque colonne tubulari di ferro fuso, delle quali quella del centro, simile al tubo sopra descritto di 2 piedi e 6 pollici di diametro, scendeva sino alla profondità di 31 piedi e 6 pollici, ed era circondata dalle altre quattro più piccole, e tutte erano riunite insieme lateralmente e diagonalmente da spranghe e collari di ferro battuto, uniti con perni e cunei. La colonna centrale si elevava per piedi 37½ sopra la sabbia, ed era sormontata da una gabbia ed un' asta da bandiera. Questo segnale, notificato a' naviganti il 26 agosto 1847, fu distrutto da un uragano del 23 ottobre seguente; da ciò nulla può però argomentarsi intorno alla possibilità od impossibilità di stabilire un faro od un segnale su questa specie di fondazione.

Il sig. Joseph Cubitt ha posteriormente applicato con esito felice questo sistema nella costruzione di varî ponti sulla *Great Northern Railway*, ed il sig. Locke in quella del ponte sul Tamigi a Windsor per la *Windsor and Staines Railway*, ed il sig. Hemas lo adopera nella costruzione di un ponte sul Shannon.

Da' processi verbali di una inchiesta fatta da una commessione speciale della Camera de' Comuni sul ponte di Westminster, il 9 luglio 1850, si ricavano le seguenti notizie, contenute negli interrogatorî de'sig. William Cubitt e C.' Fox.

Nelle applicazioni alla costruzione delle pile de'ponti, il sistema pneumatico è stato sostituito a quello delle ture, sul quale presenta una notabile economia ed una maggior facilità di esecuzione. A tale oggetto i tubi o cilindri si fanno di grande diametro e servono essi stessi come ture, giacchè quando sono affondati si vuotano dalle materie che contengono e si riempiono di solida fabbrica, scendendo nell'interno di essi. Questi cilindri hanno l' orlo inferiore tagliato ad ugnatura, onde penetrar meglio nel terreno, e sono, come i pali di cui si è fatto menzione, divisi in più pezzi o tronchi di 9 a 10 piedi di lunghezza, torniti in modo da potersi perfettamente adattare l' uno sull' altro, e che si uniscono fra loro per mezzo di perni a mano a mano che sono affondati. Essi son fatti scendere perpendicolarmente per mezzo di guide sino al fondo del fiume e quindi si esegue l' operazione sopra indicata del vuotamento d' aria.

Il sig. J. Cubitt, figlio del sig. William, ha usato pei due ponti di Huntingdon sull' Ouse, già aperto al transito, e di Peterborough sulla Nene, anche terminato, due modi diversi. Pel primo egli si è servito di cilindri a base circolare, disposti in due ordini, ciascuno de' quali serve di fondazione ad una pila; nel secondo invece ha adoperati de' prismi o parallelepipedi quadrati di 6 piedi di lato, posti l' uno accosto all' altro, e riempiti di fabbrica, formanti insieme una solida pila di mattoni circondata da una cintura in ferro fuso. Nel ponte di Huntingdon egli incontrò difficoltà straordinarie, giacchè quando si cominciò a lavorare, dopo aver preparato il terreno, che si era trovato molto conveniente per istabilirvi le fondazioni sotto il primo de' prismi, questo si arrestò nella discesa a sei piedi al di sopra del sito destinato. Vuotatolo d'acqua ed estrattane la terra, nello scendervi per esaminarlo si trovò che poggiava sopra un letto di roccia dura che si dovette tagliare per la larghezza di 6 piedi in quadro, per far passare il prisma. Come si vede, in questa circostanza lo stabilimento di una tura sarebbe stato molto difficile.

Il sig. C. Fox, della casa Fox Henderson e C., nel suo interrogatorio aggiugne le seguenti particolarità a quelle di sopra indicate. Il modo più generalmente seguito per fare il vuoto ne' cilindri o prismi consiste, nel toglier prima l' aria da un vasto recipiente di ferro battuto, molto simile per la forma alla caldaia cilindrica di una macchina a vapore ad alta pressione, il qual recipiente, per mezzo di un tubo elastico, si può mettere a volontà in comunicazione col cappello che copre la parte superiore del cilindro o prisma da affondare. Onde dimostrare che il mirabile effetto di questo sistema dipendeva principalmente dal prodursi una escavazione sotto il tubo e non dalla sola pressione atmosferica, il sig. Fox prese un cilindro di sei piedi di diametro e calcolò che la pressione che l'aria esercitava sul medesimo ascendeva a circa 30 tonnellate. Situò allora 30 tonnellate di spranghe da rotaie sulla sommità del cilindro, e non ottenne altro effetto che un affondamento di circa $^3/_4$ di pollice nella ghiaia, dopo del quale il cilindro si arrestò. Ma allorchè tolse questo peso, pose sul cilindro il cappello e lo mise in comunicazione col recipiente vuoto, lo vide affondare in una sola volta per 6 piedi e 6 pollici. Tolto di nuovo il cappello e sostituitevi 100 tonnellate di rotaie, queste non produssero che un abbassamento di meno di $^3/_4$ di pollice.

Il sig. Fox ci fa ancora conoscere che la maggior profondità alla quale egli abbia affondati de' cilindri è di circa 19 piedi, ma che sulle Godwin-Sands se ne è affondato uno a 65 piedi; che i varî pezzi de' cilindri sogliono avere nell' orlo superiore e nell' inferiore de' collari sporgenti per unirli insieme; che per impedire il passaggio dell' acqua nelle commessure è sufficiente di ben nettare il collare di un pezzo, di coprirlo di uno strato di pittura a minio, ed indi applicarvi il collare di un altro pezzo egualmente preparato; che egli stima doversi preferire la forma cilindrica a quella prismatica 1.° perchè più economica a costruirsi ed a fondersi, 2.° perchè con minor quantità di materiale offre maggior resistenza, 3.° perchè è molto difficile di affondare de' cassoni quadrati quasi a contatto, poichè, affondato il primo, non rimane fra questo ed il secondo uno spazio sufficiente alla manovra. Conchiude infine che durante l'operazione il cilindro è chiuso esternamente da un'armatura quadrata temporanea di legname, e che non è per niente necessario che il fondo del fiume sia messo a livello.

Dallo stesso interrogatorio del sig. Fox si rileva il procedimento a seguirsi nel caso che s' incontri un ostacolo imprevisto, come una grossa pietra, un tronco d' albero petrificato, ec.; ed egli cita l' esempio del ponte di Huntingdon dove, prima dello strato di roccia solida, che era di due piedi e 6 pollici di spessezza ed in posizione inclinata, si avea dovuto attraversare uno strato di due piedi di ghiaia. In questo caso, egli dice, bisogna discendere nel cilindro, togliere tutte le materie che esso rinchiude ed aprirsi un passaggio a traverso l'ostacolo. Per ciò fare si usa un sistema pel quale il cilindro verticale vien trasformato in una campana da marangone, cioè si dispongono in modo le trombe dell' apparecchio a vuotar l' aria che possono al bisogno servire da trombe di pressione, ed iniettare nel cilindro una quantità di aria sufficiente ad equilibrare la pressione della colonna d' acqua esterna, ciò che mantiene l' interno del cilindro vuoto d' acqua, e permette agli operai di lavorarvi come in una camera.

Quest' ultimo sistema ha ricevuto un maggiore sviluppo ed una estesa applicazione in un ponte costrutto sotto la direzione del sig. W. Cubitt dagl'intraprenditori Fox Henderson e C., come potrà vedersi dal sunto della descrizione letta dal sig. Hughes innanzi all' Istituto degli Ingegneri Civili di Londra, nella tornata del 13 maggio 1851, sunto che qui appresso riportiamo come trovasi nel *Civil Engineer* del 17 maggio e nel *Technologiste* di settembre 1851.

» Questo ponte costrutto sul Medway a Rochester, si compone di tre grandi aperture, quella del mezzo di 170 piedi inglesi e le altre due di 140 piedi di larghezza, che sono cavalcate da armature di ferro fuso, e di un passaggio per l' introduzione de' bastimenti nella parte superiore del fiume, sul quale è situato un ponte mobile ».

» Ciascuna delle pile nel fiume occupa un' area di 1118 piedi quadrati, e poggia sopra una serie di cilindri o pali in ferro fuso di sette piedi di diametro, situati a nove piedi di distanza fra loro nel senso longitudinale e dieci piedi nel senso trasversale, in modo che ve ne sono quattordici sotto ogni pila. I cilindri delle spalle hanno sei piedi di diametro ed il loro numero è di trenta da un lato e soli dodici dall' altro. »

» Ciascuna pila si compone di due, tre o più cilindri di nove piedi di lunghezza, uniti insieme con perni per

mezzo di robusti collari ; il tronco inferiore è tagliato nel basso ad ugnatura per farlo penetrare più facilmente nel terreno. »

» Si era dapprima creduto che il letto del fiume non si componesse che di argilla poco consistente, di sabbia, e di ghiaia soprapposta alla creta, ed in conseguenza si era pensato ad applicare il metodo pneumatico del dottor Pott, che avea avuto un deciso successo in situazioni analoghe, per conficcare de' cilindri nel suolo; ma dopo alcuni saggi preliminari, si trovò che il fondo si componeva di una massa compatta di *rag*, che i cilindri non avrebbero potuto attraversare con la semplice pressione atmosferica. Si prese perciò la risoluzione di rovesciare il processo pneumatico in modo da dare a ciascun cilindro il carattere di una campana da marangone. »

» A tale effetto, uno de' cilindri di 7 piedi di diametro e 9 piedi di lunghezza fu chiuso con un cappello di ferro battuto, attaccatovi solidamente con perni, e sul quale si elevavano due camere di ferro fuso, presentanti una sezione orizzontale in forma di D, di sei piedi quadrati, dette camere d'aria, l'una in risalto di tre piedi e mezzo al di sopra del cappello, l'altra scendente per tre piedi e tre quarti al disotto. La parte superiore di ciascuna camera d'aria era provveduta di un'apertura circolare di due piedi di diametro, con una valvola girante intorno ad un cerniera orizzontale, e di una porta in ferro di due piedi per tre piedi ed un terzo, a cerniere verticali, sotto il coperchio. Queste camere erano egualmente provvedute di due chiavi, una delle quali stabiliva la comunicazione tra i cilindri e la camera, e l'altra fra la camera e l'atmosfera. »

» Si comprimeva l'aria nel cilindro per mezzo di una tromba a doppio corpo, di dodici pollici di diametro e diciotto pollici di corsa, messa in azione da una macchina a vapore senza condensazione di una forza di sei cavalli. Da principio l'aria compressa passava nel fiume sotto l'orlo inferiore delle pile; ma allorchè il terreno divenne abbastanza compatto per opporre un alto grado di resistenza al passaggio dell' aria, si formò un' uscita a traverso la parete del cilindro superiore, introducendo un tubo in forma di sifone, di cui il ramo lungo scendeva sino al fondo del cilindro ed era sottoposto alla pressione dell' aria condensata alla superficie dell'acqua nell'interno, mentre il ramo corto, che sboccava nel fiume, aveva per effetto di sbarazzare di un eccesso di pressione, purchè si facesse un vuoto nel corpo del sifone. Non fu difficile ottenere questo effetto, mettendo in comunicazione la sommità col lato da vuotare delle trombe ad aria, per mezzo di un tubo che si poteva aprire o chiudere a volontà. »

» Per assicurare il movimento di discesa del cilindro e per dargli un peso superiore in tutti gl'istanti alla pressione dal basso in alto, si posero due forti travicelli accoppiati sull' alto del cilindro, secondo una direzione opportuna per fare pe' cilindri adiacenti un contrappeso, per mezzo di quattro catene passanti sopra pulegge di ferro fuso. Due leggiere gru in ferro battuto stabilite all'interno del cilindro, e le cui volate abbracciavano tutto lo spazio tra le camere d' aria ed i verricelli, all' interno ed all'esterno, servivano ad elevare i secchi carichi ed a discendere quelli che erano vuoti. »

» Le trombe essendo messe in attività, si chiudeva la valvola di una delle camere d' aria e la porta dell' altra, e quindi alcuni colpi di tromba comprimevano l' aria all' interno del cilindro abbastanza per rendere impervie all' acqua le commessure ; e mentre le trombe agivano, gli operai passavano attraverso le camere per portarsi alle loro stazioni rispettive. Allorchè le acque erano basse, il cilindro scendeva per gradi appena sensibili, tanto presto quanto lo permetteva il cavo a mano ; ma quando le acque erano profonde, il cavamento era portato fino a quattordici pollici al disotto dell' orlo del cilindro, prima di far discendere questo in una volta per tutta questa altezza intera, tosto che si faceva cessare la pressione interna. »

» Il successo più completo ha giustificato l' uso di questo sistema molto semplice, che promette di fornire agli ingegneri un mezzo molto efficace per l' esecuzione de'lavori in circostanze analoghe. »

SU' TELEGRAFI ELETTRICI.

(Technologiste. — settembre 1851).

Dopo che l' esperienza pratica ha dimostrato i vantaggi reali che si potevano attendere dall' uso dell'elettromagnetismo per istabilire delle comunicazioni rapide tra luoghi situati a grandi distanze tra loro, i fisici hanno cercato, per mezzo di apparecchi meccanici svariati, di accelerare e facilitare la trasmissione de' dispacci e la loro riproduzione. È ciò che ha fatto nascere tutti questi telegrafi elettrici, il cui numero è oggi tanto considerabile che bisognerebbero estesi volumi per descriverli e farne conoscere il principio ed il giuoco. Tra varie applicazioni di questo genere, la maggior parte delle quali mostrano un profondo studio delle scienze fisiche e degli espedienti della meccanica, poche però hanno potuto essere ancora sottoposte ad esperienze pratiche prolungate, e non ve n'ha che un piccolo numero soltanto che sieno in attività ed abbiano dato risultamenti realmente apprezzabili. Nella grande esposizione di Londra, la compagnia inglese de' telegrafi elettrici avea messo in mostra una curiosa collezione di questi apparecchi di differenti sistemi, che si vedevano agire innanzi agli occhi del pubblico, ma senza che si potesse

così decidere a quali di questi sistemi convenisse in date circostanze dare la preferenza.

Il principio generale sul quale i telegrafi elettrici sono stati da principio costrutti è facile a comprendere. Qualunque sia la forma di questi apparecchi, è indispensabile di stabilire un conduttore metallico continuo dal punto di partenza al punto od a' punti di arrivo. Questo conduttore consiste, come si sa, in un filo metallico sostenuto in aria di distanza in distanza su corpi isolati e non conduttori dell'elettricità, come la porcellana ed il vetro, o circolante sotterra in tubi di *gutta percha* (a). Il primo di questi mezzi è stato generalmente usato in Inghilterra, in Francia ed agli Stati Uniti, ed il secondo in Prussia ed in alcuni stati di Germania. Allorchè questa comunicazione metallica ha uniti fra loro i due punti estremi ed i punti intermedî, si può sempre far passare una corrente elettrica prodotta da una pila o da una calamita a traverso il filo, interromperla e rinnovarla ad intervalli qualunque a volontà dell' operatore all' una od all'altra delle stazioni. Se dunque si può disporre di questa corrente elettrica ad ogni istante, interromperla a ristabilirla a volontà, si comprende che una volta che si è ottenuta così una forza attiva di trasmissione; non rimane più che a fare la scelta di alcuni segni convenzionali esprimenti lettere o parole per riprodurre tutto il linguaggio ordinario. Ma è in questo modo di trasmettere agli occhi, ad una lontana stazione, ciò che si esprime alla stazione di partenza, che differiscono fra loro le diverse specie di telegrafi elettrici.

La corrente generata può produrre tre effetti. Se il filo che essa percorre passa in vicinanza di un ago calamitato, quest' ago, appena la corrente si mette in circolazione, è allontanato dalla sua posizione di riposo e può prendere una direzione ad angolo retto col filo, girando il suo polo nord, sia nel senso delle lancette di un' orologio, sia in senso contrario, secondo che la corrente elettrica passa sopra di esso dal nord al sud o dal sud al nord. Non appena la corrente è interrotta, l' ago riprende la sua posizione primitiva e diviene di nuovo parallelo al filo. È evidente che se la corrente che circola nel filo è esposta ad un giuoco sistematico di trasmissione e d' interruzione e se si fa circolare ora in un senso ed ora nell' altro nel filo in una delle stazioni, l' ago magnetico situato all' altra stazione si muoverà alternativamente a destra o a sinistra, situandosi ad angolo retto col filo, secondo la trasmissione o l' interruzione della corrente. Se si tendono molti di questi fili tra due stazioni, agenti in questo modo sopra due o più aghi, il movimento di questi aghi potrà esser combinato in infiniti modi, quando si sarà stabilita la convenzione che in tale o tal' altra posizione questi aghi esprimeranno certi segni rappresentativi del linguaggio. Si comprende così come si possano trasmettere, per mezzo di un impiegato, delle lettere e de'numeri da una stazione ad un altra; ora siccome sembra che non vi sia limite alla distanza alla quale può esser trasmessa la corrente elettrica, nè tempo sensibile dalla sua partenza da una stazione sino al suo arrivo ad un' altra, ne risulta, che purchè si possa tendere un filo isolato fra due punti, si potrà sempre, praticamente parlando, stabilire una comunicazione istantanea fra questi.

Tale è il principio che ha servito di base alla costruzione de' telegrafi indicati col nome di telegrafi ad ago od a quadrante e le cui varietà sono oggi numerose. Ma con questi apparecchi l' interpetrazione delle combinazioni o de' segni ed il loro modo di trasmissione richieggono un lungo esercizio e possono dar luogo a frequenti errori; inoltre, bisogna che vi sia in ogni stazione un impiegato esercitato che prepari, trasmetta o interpetri il dispaccio. È a cagione di queste circostanze che si è cercato con buon successo di supplire a quest' impiegato, facendo non solo trasmettere il dispaccio dal telegrafo, ma scrivendolo o stampandolo. Si è riuscito a far ciò con due mezzi che si comprenderanno in poche parole.

Se un filo attraverso il quale si fa passare una corrente elettrica, è ravvolto a spirale sopra una spranga di ferro dolce, questa spranga acquista proprietà magnetiche durante tutto il tempo che la corrente circola nel filo; ma appena la corrente è interrotta, la spranga di ferro ritorna quasi istantaneamente al suo stato primitivo, perdendo le proprietà magnetiche. Se dunque la corrente è trasmessa ed interrotta, come si è già detto, ad intervalli di diverse durate, la spranga in questo caso acquista e perde alternativamente il suo potere magnetico durante intervalli corrispondenti. Se si suppone che una penna di ferro sia situata in vicinanza di questa spranga di ferro dolce in modo che, quando questa è divenuta magnetica, la penna vi si avvicini, e se ne distacchi quando perde questa virtù, si comprende che questa penna potrà essere alzata ed abbassata in un perfetto accordo col giuoco della corrente. Ora se un foglio di carta è teso sotto la punta della penna e si muove continuamente e lentamente sotto la medesima, questa penna alternativamente applicata e sollevata dalla carta vi segnerà linee di lunghezze variabili ed intervalli diversi, corrispondenti esattamente e fedelmente al giuoco della corrente.

I segni o tratti tracciati dalla penna essendo stati dapprima determinati nelle loro diverse combinazioni come i rappresentanti convenzionali di lettere o di parole, si vede che questo linguaggio simbolico questa, specie di tachigrafia, potrà, con un poco di pratica, esser letto rapidamente come un libro od una carta di musica stampata.

(a) Questa sostanza vegetale, analoga sotto alcuni rapporti al *cautchouc* o gomma elastica, ha ricevuto da pochi anni un numero prodigioso di applicazioni diverse, specialmente in Inghilterra, dove si è in particolare adoperata per la costruzione di tubi per condur l' acqua ed altri liquidi, gas ec.

Questo è il principio di una specie di telegrafi detti stampatori, e de' quali il telegrafo elettrico del sig. Morse, che è applicato sopra una scala tanto estesa a' Stati Uniti, è un esempio. La penna adoperata dal sig. Morse è uno stiletto puntuto che penetra in una striscia di carta sulla quale traccia o intaglia delle linee di lunghezze diverse, che esprimono, come si è già spiegato, le lettere e le parole di cui si compone il dispaccio.

Il mezzo usato in questa specie di telegrafi per far penetrare lo stiletto nella carta, è egualmente applicato nei telegrafi ad aghi per far suonare il campanello per mezzo del quale si avverte l'impiegato di una stazione di stare attento perchè gli si deve trasmettere un dispaccio. Senza quest'ultimo espediente, bisognerebbe assolutamente che l'agente in ogni stazione vigilasse continuamente all'arrivo de' dispacci, e che tenesse l'occhio sempre fisso sul quadrante del telegrafo, senza di che ritarderebbe il cammino della comunicazione o se la lascerebbe sfuggire. Per fare questo servizio evvi in ogni stazione una spranga di ferro dolce, sulla quale è situata una spirale in filo metallico disposta presso la molla di un campanello di allarme. Nel momento in cui la corrente passa pel filo spirale, la spranga, divenendo magnetica, attira la molla e fa scoccare il campanello, che suona ed avverte l'impiegato che un dispaccio sta per arrivare. Questi ha egualmente la facoltà di far suonare il campanello all'altra stazione, per informare l'agente o impiegato che è pronto a ricevere la comunicazione. Si potrebbero evidentemente usare molti altri mezzi differenti per quest'oggetto, ma quello le quale abbiamo data un' idea è uno de' più semplici e più generalmente in uso.

Il mezzo adoperato dal sig. Morse e ne' telegrafi analoghi per iscrivere il dispaccio, agendo sopra uno stiletto col mezzo di una calamita intermittente di ferro dolce, presenta alcuni inconvenienti nella pratica a cagione della forza di corrente che richiede, forza che non è sempre possibile di ottenere in un modo perfettamente eguale, a cagione delle vicissitudini alle quali è esposta l'elettricità atmosferica. Si sono dunque immaginati degli apparecchi poggiati sopra un altro principio, ed a' quali si potrebbe dare il nome di telegrafi elettrochimici. Uno de'più notabili fra questi apparecchi è quello che è stato inventato dal sig. Al. Bain e di cui si sono già fatte molte applicazioni interessanti. Il principio di quest'apparecchio è molto facile a comprendere.

La corrente elettrica gode della proprietà di decomporre alcune soluzioni chimiche, allorchè è messa in contatto con le medesime o quando vi si fa passare attraverso. Ora se si umetta una carta con un liquido che per se stesso sia senza colore, ma che tenga in soluzione una materia o un reattivo capace di colorarsi in certe condizioni, è bene evidente che, soddisfacendo a queste condizioni a certi intervalli, si potrà far apparire a certe distanze e su certi punti della carta la colorazione del reattivo. Supponiamo, per esempio, che la carta sia umettata con del cianoferruro di potassio e che, per effetto della corrente, una punta di ferro si abbassi a certi intervalli sulla carta, è chiaro che pel contatto del ferro e per l'azione della corrente avrà luogo la formazione dell'azzurro di Prussia, e che in tutti i siti dove il ferro ha toccato la carta si vedranno apparire de'segni o de' simboli colorati in azzurro sopra un fondo bianco. Se mentre la corrente circola la carta si muove sotto il filo o la punta di ferro che conduce la corrente, si formerà una linea azzurra di una lunghezza che si può far variare; che se la corrente è interrotta più o meno rapidamente, si potrà produrre una serie di linee più o meno lunghe o di punti situati a distanze variabili fra loro e rappresentanti esattamente il giuoco della corrente. Si potranno leggere ed interpetrare queste linee segnate sulla carta mobile sotto il filo conduttore della corrente tanto agevolmente quanto la scrittura ordinaria e nello stesso modo che nel telegrafo del sig. Morse, la differenza fra questi due apparecchi consistendo in ciò, che nell' uno i segni o simboli sono prodotti meccanicamente mentre che nell'altro sono dovuti ad un' azione chimica.

Abbiamo detto che il telegrafo del sig. Al. Bain aveva già ricevute numerose applicazioni e che agiva con successo su molte linee. In Francia la costruzione di quest' apparecchio è stata affidata al sig. Carlo Chevallier, di cui è nota la rara abilità nella fabbricazione di tutti gli strumenti di precisione. Le disposizioni meccaniche di quelli stabiliti in Inghilterra, lasciavano molto a desiderare, ed il nostro abile artista ha saputo correggerle e portarvi importanti modificazioni, e tra le altre delle disposizioni utili per variare a volontà la velocità della trasmissione del dispaccio. Gli apperecchi di questo genere che abbiamo avuto occasione di osservare ne' suoi opificî, ci son sembrati stabiliti nelle migliori condizioni fisiche e materiali che sia possibile di ottenere, e tutto fa presumere che il loro servizio sarà tanto rapido ed efficace quanto si può desiderare.

Quando si vuol paragonare il merito relativo de' diversi telegrafi elettrici, uno de' dati più essenziali è la velocità con la quale i dispacci possono esser trasmessi rispettivamente da questi apparecchi, giacchè è ben evidente che la facoltà di trasmissione di un filo essendo una funzione di questa velocità, da questa deve dipendere la spesa che deve farsi per istabilire una linea telegrafica, giacchè se un sistema permette di trasmettere de' dispacci, con un sol filo, dieci volte più presto che un altro sistema, ne risulterà che per trasmettere la stessa estensione di dispacci il primo sistema richiederà lo stabilimento di un numero di fili dieci volte minore che non il secondo. Si è trovato nella pratica che col mezzo de' telegrafi ad aghi non si potevano trasmettere più di venti lettere a minuto.

Non ignoriamo che i partigiani di questo sistema affermano che la trasmissione può esser molto più rapida, ed il fatto può esser vero in alcune circostanze particolari, ma noi dubitiamo che in un medio essa abbia una maggior velocità, ed è certo che in tutti i casi non si può mantenere un tale cammino accelerato durante un certo tempo. Per mezzo di una disposizione particolare ed ingegnosa del telegrafo elettrochimico del sig. Bain si giugne ad ottenere una trasmissione che sorpassa di molto la celerità del più abile stenografo, ed eguaglia anche quella di una rapida elocuzione oratoria. In alcuni saggi sperimentali fatti di recente in presenza de'commessarî dell'Accademia delle scienze e dell' Assemblea legislativa, de' dispacci sono stati trasmessi ad una distanza di presso a 500 chilometri con una velocità di 1500 lettere a minuto, ed è certo che, in condizioni medie, si possono sempre trasmettere almeno 1000 lettere a minuto, o 16 a 17 lettere a secondo.

Il modo come si opera questa trasmissione sarà facile a comprendere.

Il dispaccio che si vuol trasmettere è dapprima *punteggiato* per mezzo di una macchina, che negli apparecchi inglesi è imperfettissima e che il sig. Carlo Chevallier ha per così dire creata di nuovo, dandole per mezzo di disposizioni particolari una forma comoda, una celerità ed una sicurezza nell'esecuzione del lavoro che essa non avea dapprima. Ecco come si esegue l'operazione: si prepara un nastro o una striscia di carta forte di un centimetro di larghezza e di una lunghezza appropriata all'estensione del dispaccio, e su questo nastro di carta si incidono a traforo i segni, simboli o caratteri che rappresentano il dispaccio, e che consistono, in generale, in punti isolati o in linee forate di diverse lunghezze. Questi punti isolati o quelli ravvicinati che costituiscono le linee forate, sono intagliati da un istrumento (*emporte-piece*) che si fa agire con estrema rapidità, a mano e per mezzo di una bacchetta o leva, sul nastro di carta che cammina al disotto con un movimento continuo di traslazione. Man mano che questo nastro è forato, vien ravvolto intorno ad un'asta verticale situata al centro di un piattino, che si porta, quando tutto il dispaccio è stato *punteggiato*, al telegrafo elettrico: si può ancora far passare immediatamente il nastro dalla macchina a forare all' apparecchio, durante l' operazione stessa della foratura. Allorchè il dispaccio è così punteggiato, si fa arrivare rapidamente sopra un cilindro in metallo del telegrafo, sul quale preme un ago attraverso del quale passa la corrente elettrica. Quando quest' ago cade ne' buchi della carta, la comunicazione si stabilisce e la corrente passa da una stazione all' altra, mentre che, allorchè quest' ago sdrucciola sulle parti piene del nastro di carta, o su quelle che non sono state forate, il contatto metallico non avendo più luogo, la corrente è interrotta e non circola più nel filo. Si vede così che se il nastro di carta passerà con un movimento, per quanto rapido si voglia supporre, tra l'ago ed il cilindro metallico il giuoco della corrente elettrica intermittente sarà regolato in un modo perfettamente d' accordo co' caratteri e simboli che sono stati forati nella sua spessezza, e che come si è già spiegato, questo giuoco produrrà de' caratteri o simboli corrispondenti sulla carta preparata chimicamente situata all' altra stazione. Si avrà dunque il dispaccio scritto sulla carta chimica carattere per carattere, e corrispondente a quello punteggiato sul nastro di carta alla stazione dalla quale è partita la trasmissione. Non vi sarà d' altra parte bisogno di trascrivere in queste stazioni il dispaccio su' registri per maggior sicurezza o per conservarlo negli archivî, giacchè in una delle stazioni basterà conservare il nastro punteggiato e nell' altra la carta sottoposta all' azione chimica, e di apporvi un numero d' ordine per ritrovarli in ogni tempo.

Nella disposizione che presentano gli apparecchi che noi abbiamo veduti presso il sig. Chevallier, abbiamo osservato un modo di registrare anche un lungo dispaccio sopra una carta chimica presentante una superficie poco estesa. Per ciò questa carta è distesa sopra un disco di ardesia di 30 centimetri di diametro, e l' ago o la punta di ferro che trasmette la corrente ed opera la decomposizione chimica è portato sopra un piccolo carretto che, man mano che il disco gira, cammina esso stesso in linea retta per mezzo di una vite diametrale di un passo finissimo, in modo che questa punta, partendo dal centro, descrive sulla carta una spirale i cui giri sono molto vicini l' uno all' altro senza mai confondersi. È in vero necessaria un poco di abitudine pratica per leggere in seguito questo dispaccio spirale e non fare errori; ma, oltre che si potrebbero usare de' mezzi meccanici molto semplici per facilitare questa lettura, noi crediamo che il meglio a farsi sia di leggere questo dispaccio man mano che vien trasmesso. Si può inoltre dare alla vite un passo più grande, e per conseguenza allontanare maggiormente fra loro i passi della spirale per renderla più chiara ed evitare ogni confusione.

Diremo ancora, terminando, qualche parola intorno ad un nuovo telegrafo elettro chimico e stampatore che è stato presentato al mese di luglio ultimo all' Associazione Britannica nella ventesimaquinta sessione, che questa società ha tenuta nella città di Ipswich, ed il cui inventore è il sig. E. Bakewell.

In questo telegrafo il mezzo adoperato per trasmettere la copia trascritta del dispaccio consiste a scrivere le lettere, cifre, segni o simboli di cui si compone, sopra uno foglio sottile di stagno con una vernice, in modo da presentare alternativamente delle superficie conduttrici e non conduttrici dell' elettricità. Il foglio di stagno è allora applicato sopra un cilindro, che fa parte dell' appparecchio di trasmissione, ed uno stiletto di metallo in rapporto con una batteria voltaica percorre successivamente ed a

pirale tutti i punti della superficie del cilindro, secondo he questo gira sotto di esso. Per questo mezzo la corrente ettrica si trova costantemente interrotta tutte le volte he lo stiletto poggia sulla vernice, e ristabilita tutte le lte che passa sul foglio di stagno a nudo. Ora siccome uesto stiletto percorre tutta la lunghezza di una vite senza he che si estende da una base all'altra del cilindro, ne sene quando questo gira, che esso passa necessariamente tutti i punti della superficie convessa del cilindro, e rca otto volte su ciascuna delle linee di scrittura.

L'apparecchio ricevitore è simile all' apparecchio di asmissione, e sul cilindro che ne fa anche parte, si stende na carta bianca imbevuta di una soluzione di prussiato potassa nell' acido idroclorico. In questo secondo apparecchio lo stiletto è un pezzetto di acciaio, ed allorchè corrente del polo positivo della batteria voltaica circla in questa punta, si produce un tratto azzurro dovuto la formazione dell' azzurro di Prussia; e se si mette cilindro in istato di circolazione, l' effetto consiste a acciare sulla carta chimica una lunga spirale, interitta in tutti i punti ne'quali vi è interruzione della verice sul foglio di stagno che è stato applicato sull' altro lindro di trasmissione, e sul quale sono scritti e trasporti, come anche da un apparecchio all'altro, le lettere seni o simboli che appariscono in colore pallido sopra un ndo di linee azzurre strette le une presso le altre.

Perchè questo effetto si produca con esattezza, bisogna he i cilindri de' due apparecchi girino esattamente bene sieme; ora questo movimento sincrono si ottiene per ezzo di una elettrocalamita, l'uno degl' apparecchi serendo a regolar l' altro, ritardando il suo movimento ad tervalli regolari. Questo regolamento dell' istrumento è che facilitato da un *guidalinee*, consistente in una faia di carta situata ad angolo retto con la scrittura, e per ezzo della quale l' impiegato incaricato dell'apparecchio cevitore può assicurarsi esattamente della differenza di mmino fra i due apparecchi, e coll' addizione e la soppressione di pesi portare i punti di riscontro segnati sulla scia di carta a cadere esattamente l'uno sotto l' altro, unti di riscontro che indicano che i due cilindri girano sattamente con la stessa velocità.

Con un apparecchio di prova di questo genere, si sono asmesse 200 lettere a minuto; ma si assicura che si potrà, on un poco di pratica, giugnere sino a 500 lettere.

Tutti questi telegrafi elettrochimici godono del vantaggio di poter trasmettere un dispaccio segreto, e che non eve divenir visibile sulla carta dove si è trascritto se non uando s' immerge questa in qualche reattivo che fa apparire la scrittura.

NECROLOGIA

Il giorno 11 gennaio 1852 mancava ai viventi, rimpianto da tutti coloro che il conobbero, il Direttor generale de' Ponti e Strade e delle Acque e Foreste e della Caccia Cavalier gran croce Carlo Afan de Rivera. Crederemmo mancare ad un sacro dovere se, in un'opera destinata principalmente agl' Ingegneri di Acque e Strade, ed avendo noi medesimi l' onore di appartenere ad un Corpo di cui egli fu per sì lungo tempo il benemerito Capo, non pagassimo un tributo alla memoria di lui. Nè crediamo poter ciò fare in modo più adatto che pubblicando in queste pagine il discorso che, innanzi al feretro ed alla presenza sì di alti Impiegati e sì del Corpo d'Ingegneri e degli Uffiziali dell' Amministrazione de' Ponti e Strade e del Ramo Forestale, pronunziava nel giorno 13 gennaio l' egregio Ingegnere signor Antonio Maiuri, che adempie alle funzioni di Segretario del Consiglio di Acque e Strade.

Quell' io che fino dai miei verdi anni ebbi la ventura di mirare dappresso il senno e la dottrina del Cav. Carlo Afan de Rivera, che per le stampe resi conto al pubblico delle più importanti opere di lui e n' ebbi dolce guiderdone di affetto e di ammaestramento, vengo ora, o Signori, a compiere il mesto uffizio di ricordare alla vostra memoria le più sfolgorate tra le virtù che adornarono quest' uomo onorando, il quale vediamo discendere dentro il sepolcro.

Doloroso al certo ma necessario uffizio è questo mio, qual Segretario del Consiglio d' Ingegneri, di rendere a nome dell' intero Corpo e del Magistrato tutto de' Ponti e Strade e delle Foreste una solenne testimonianza di fiero cordoglio ed insieme di grande venerazione per l' improvvisa perdita del nostro, non so se meglio dir, Capo o dolcissimo amico, dell' egregio Carlo Afan de Rivera.

L'amaritudine dell' animo mio mal consente ch' io venga per minuto ricordando com' ei nacque a mezzo del declinare del passato secolo (1) nella terra di Gaeta e discese dall' illustre casa di D. Piero Afan de Rivera duca di Alcalà uno de' più savi rettori di questo reame per Filippo II di Spagna, nè che io dica com' egli fu educato e seppe bene addentro nelle umane lettere e nelle svariate geometriche discipline: come a mano a mano conseguiva i gradi militari ne' Corpi dimandati *facoltativi*; come fin

---

(1) Addì 12 ottobre 1779.

dalla sua età prima e' fu adoperato in molti fatti guerreschi nelle Calabrie e nel genovesato, mostrando perizia e coraggio assai maggiori del grado e degli anni; come si congiunse in matrimonio a Luigia Ferrari, donna ornata di ogni virtù domestica, la quale il fece lieto di numerosa prole, specchio della probità di sì chiari genitori; e come tornato di Sicilia, dove militò sempre sotto l'augusta dinastia de' Borboni, tenne in Napoli il decoroso grado di direttore del *Deposito della Guerra*.

Di quel tempo si ventilavano assai strane idee intorno allo scolo del lago Fucino, quando nel 1823 il Rivera pubblicò un suo libro sul modo di prosciugarlo. La giustezza de' ragionamenti ed il sapere dello scrittore vennero talmente in grado a Re Ferdinando I, che nel 1824 il prepose alla carica di Direttore generale de' Ponti e Strade, e di poi Re Francesco I confermavalo in questo alto uffizio e lo insigniva del titolo di Commendatore.

Com'egli raccolse le regole sparte di questa Direzione generale in lettere circolari da lui messe a stampa, come cooperò ad un novello ordinamento della Direzione generale de'Ponti e Strade e delle Foreste, e come intese senza posa al lustro del Corpo degl' Ingegneri ed all'incremento delle opere pubbliche, e'son fatti che non è chi non abbia vivi nella mente.

Ed i più sottili critici e gli spiriti più avversi ad ogni ben fare non potranno, o signori, disconoscere la restaurazione dell' Emissario di Claudio, i due belli ponti pensili di ferro primi di tal genere in Italia, la costruttura delle prigioni secondo il panottico del Bentham, i porti da commercio, i ponti di legname e di fabbrica di svariata e bella struttura, le innumerabili strade condotte talora per luoghi di non credibile asprezza, la incessante cura onde si sono ite restaurando le vecchie strade e son tenute le strade fin le più rimote, il bonificamento di vaste lande deserte ora convertite in campagne piene di salute e di vita, e cento altre opere onde è fatta sì bella questa meriggia parte d'Italia. Nelle quali imprese il valente uomo secondava con mirabile alacrità il sommo amore che ha per le opere pubbliche il nostro ottimo Re Ferdinando II. E queste tante e sì svariate opere condotte da egregi Ingegneri sotto la sua giurisdizione sono il vero elogio, anzi il monumento duraturo della pruovata esperienza e della invitta perseveranza di questo Direttor generale la cui rimembranza durerà salda negli afflitti nostri cuori e riverita presso tutti coloro ne' petti de' quali vive la sacra fiamma dell' onore e del sapere.

Ricordiamcelo, o signori, quand' ei conduceva le cose nell' interno della sua Direzione generale. Incorava gli alunni della Scuola de'Ponti e Strade allo studio promovendo esami pubblici dinanzi ad alti personaggi ed a dotti italiani e stranieri: sovente ammoniva i pigri, e talora s'infingeva per fino ad oscurare in essi le speranze avvenire, perchè gli ultimi ardessero della nobile gara di diventar primi. Spesso per la sua natura taciturna, per il suo vi ver lontano dalle leziosaggini della società e' poteva a ta luni parere mal grazioso; spesso era stretto a riprender gli errori altrui: ma i fatti tenevano per l' opposita vi dalle severe parole e della grave sembianza.

Ed in vero qual punizione o quale aspro gastigo è ch ricordi di lui? Invece conosciamo a pruova com'ei sep perdonare ai falli de' pochi, come in tempi difficili allon tanò da' suoi il velenoso dente della calunnia, e come fec ogni potere di levare in alto i molti per ingegno e pe dottrina valorosi. E di lui non ci ha relazione ai Mini stri ed alla stessa Maestà del Re, non ci ha opera stam pata che non parli ad onore e degli Ingegneri e degli uf fiziali e di tutti coloro a' quali soprantendeva.

Quanto alle opere da lui dettate (a), il nostro present dolore non comporta ch' io ne faccia e voi ne ascoltiat una diffusa enumerazione. Nondimeno non voglio tacere d ricordare l' opera pubblicata nel 1836 sul nominatissim Emissario claudiano e sullo scolo del lago Fucino. E vi ram mento ancora le sue *Considerazioni* sui mezzi di metter a profitto i preziosi doni da natura concessi al Regno dell due Sicilie. Quest' opera è frutto delle tante sue peregri nazioni per l' una e l' altra Sicilia e degl' iterati viagg ne' quali accompagnò il Re Signor nostro; è il comento l' applicazione de' provvedimenti emanati dall'alto intellett di Ferdinando II, ed apre un vasto campo a' molti alt benefizî che le due Sicilie sperano dalla munificenza d questo savio Principe. Nè per fine lascio di accennare all altre sue opere *sulle misure e su' pesi*, il qual sistema metrico da lui esposto illustrato e caldeggiato è oramai passato in Legge del Regno, ed alle opere su' bonificament del lago Salpi e delle campagne palustri solcate dal Volturno. Le quali scritture e' dettava con tanto di celerit che se nol sapessimo nudrito del sapere de' classici latini ed italiani e de'sommi Idraulici ed Economisti, per certo faremmo le maraviglie scorgendo in quelle una grande chiarezza, una purgatezza di stile conveniente ad ope didascaliche e le idrauliche dottrine e le economiche maestrevolmente trattate; per forma che i più notabili scienziati dei tempi nostri altamente il lodarono, la Reale Accademia delle scienze di Torino di un suo onorevol diploma il presentava e quella de' Georgofili di Firenze ed altre Accademie napolitane e straniere tra' lor socî onorarî c corrispondenti il noveravano.

Dite su, miei signori, se tra coloro che soprantendono alle cose pubbliche in questa età nostra che pur non manca di eletti ingegni, v' incontrò di scorgere tal Uomo qual

(a) In un'altra scrittura che forse pubblicheremo nei nostri Annali, l'autore parlerà più distesamente della vita e delle opere dell' illustre defunto.

nostrossi il nostro rimpianto Capo nella sua operosa vita, che lavorò sì pertinacemente nella nobile carica da lui retta, che tanto fece e scrisse a pro del vero bene del nostro paese. Così savi, così laboriosi, così probi Amministratori son vivi segni e luminosi della sapienza de' Principi. E ciò a tempo comprese l' acuta intelligenza del magnanimo nostro Re, che onorò soprammodo, ed ebbe sempre caro il Direttore generale de' Ponti e Strade il benemeritissimo Cavaliere Carlo Afan de Rivera.

Tante virtù pellegrine non rifulsero mai sì chiare in lui come negli ultimi anni di sua vita. Preso da una lenta ma fiera malattia e' portava con forte animo i suoi mali; nè ne movea lamento: anzi l' inferocir del morbo addoppiavagli la fortezza del soffrire. La pietosa consorte, i diletti figliuoli gli venivano prodigando affettuose cure, ed egli con viso tranquillo studiavasi di affidarli di una speranza, ahi pur troppo! venuta fallace. Ed in quelle ore che il crescente suo male gli concedeva di requie e' si mostrava più vigile nell' amor di padre e nell' affetto di marito, più sollecito negli atti di nostra augustissima religione, e, cosa incredibile, in quelle ore di requie ei lavorava per il suo ufficio di Direttor generale, ed ancora poneva mano a qualche novella scrittura che forse voleva pubblicare per le stampe.

Ma mentre con sì mirabile tranquillità di spirito più ferventemente amava, lavorava, orava, il corpo già dalle fatiche e da' mali affranto veniva meno. Ed ecco stretto dalla sua sconsolata famiglia, aiutato da' conforti della Sacrosanta Religione, con quella serenità di volto che appalesa la certezza di volare da questo carcere terreno ad una region più felice, e' rendè l' anima al suo divin Creatore.

E tu, o spirito eletto, che ricoverasti sotto le grandi ale dell' Infinito Amore, se lamento di quaggiù, se parole di verace affetto giunsero fino alla sede della beatitudine eterna, prega alla tua sbigottita famiglia ogni celestiale benedizione, prega a noi dolenti fortezza nell' avversa fortuna e temperanza nella prospera. E noi frattanto, rimasi privi di sì chiaro lume, confidiamo che l' esempio della laboriosa tua vita, del tuo profondo sapere e della tua incorrotta morale, o Carlo Afan de Rivera, stia sempre dinanzi alle nostre menti, accenda a belle opere i più schivi, e richiami quaggiù quell' antica virtù che fuggì via sdegnata da un secolo pravo; quella virtù ch' è il terror de' malvagi ed il conforto de' buoni.

GIURISPRUDENZA

PER L' ARCHITETTO E PER L' INGEGNERE (a).

Decisioni giudiziarie.

(N.° 29)

Un capomaestro muratore, che non presume di farla da architetto, nè ha fatto un contratto di appalto, non è responsabile del risarcimento de' danni ed interessi cagionati dalla rovina delle fabbriche, quando questa avvenga per cattiva direzione, e difetto di cognizioni scientifiche che non sono da ricercarsi in un semplice artefice. È però responsabile del danno derivante dalla non regolare costruzione ed unione di un muro nuovo con un vecchio, quando da regolare perizia appare che questo difetto, a capo di tempo avrebbe prodotta la fenditura nella volta, trattandosi in questo caso di colpa, incorsa nella esecuzione del lavoro commessogli, a' termini dell' art. 1635 delle leggi civili. — Alla condanna è giusto aggiungere l' arresto personale, ma non già l' obbligo di pagare gli interessi legali. — *Gran Corte Civile di Napoli.* — *Decisione del dì 13 aprile 1849.—Causa Cappiello e Buonocore.*

(N.° 30.)

A prescindere da ogni convenzione, se un proprietario faccia costruire un argine per riparare un torrente che attraversa il suo ed un altro fondo vicino, il proprietario di quest' ultimo fondo, che riceve utilità da tale opera, è tenuto a contribuire nella spesa; ed il Tribunale, non essendo le parti concordi intorno all' ammontare di essa, ha l' obbligo di ordinare alcun mezzo d'istruzione per definire in quanto debba contribuire il detto proprietario. — *Corte Suprema di Giustizia di Napoli.* — *Arresto del dì 29 agosto 1850.—Causa Barone di Battifarano e Minotti.*

(N.° 31.)

Nel concorso del giusto titolo e della buona fede, le servitù prediali sono prescrittibili col possesso di dieci o venti anni, a' termini dell' art. 2171 delle leggi civili.

(a) Vedi Anno I.° p. 75 e 156.

Nè vale opporre l'articolo 611 delle stesse leggi, dove si dice le servitù prescriversi col possesso di anni trenta, poichè questo articolo riguarda il caso in cui la servitù, nella deficienza del titolo, si voglia fondare unicamente sul possesso. — *Corte Suprema di Giustizia di Napoli.* — *Arresto del dì 10 settembre 1850.* — *Causa di Caro e Scannone.*

(N.° 32.)

La servitù consistente nel getto d' acqua immonde per via di una vaschetta e di un tubo sporgente sul lastrico dell' appartamento inferiore è una servitù discontinua. Quindi a suo riguardo non può invocarsi la destinazione del padre di famiglia, la quale per l' articolo 613 leggi civili può aver luogo soltanto nelle servitù continue ed apparenti; nè colui che la invoca può giovarsi del possesso civile per rovesciare il peso della pruova sull' avversario, perciocchè, in fatto di servitù discontinue, non v'ha possesso legittimo, non potendo esse prescriversi. — Non però di meno, poichè la servitù in discorso ha un segno apparente di sua esistenza, bene le si può adattare la disposizione dell'art. 615 delle leggi civili, se però nel fatto concorrano le condizioni dallo stesso articolo volute, e specialmente questa, che il segno esterno della servitù esisteva quando i due fondi erano nelle mani dello stesso proprietario. — *Corte Suprema di Giustizia di Napoli.* — *Arresto del 24 settembre 1850.—Causa Principe d' Angri e cav. Kaiberti.*

(N.° 33.)

Il decreto del 1835 non impone precettivamente l' obbligo della trascrizione delle servitù prediali, ma sol ne porge la facoltà, accennando altresì al modo come tale facoltà porre in atto. Altronde, tale decreto non sarebbe mai applicabile alle servitù apparenti, nè alle servitù in generale costituite prima della sua pubblicazione. La scienza che si abbia il possessore del fondo, o che abbia avuto il suo autore della esistenza della servitù, è di ostacolo alla prescrizione decennale come liberatoria dalla servitù istessa.—La convenzione intercedula tra più proprietarî circa all' uso delle acque di un fiume pubblico, non navigabile nè atto a trasporto, a fine di condurle ad irrigare fondi non circostanti al fiume medesimo, vuolsi considerare lecita, perchè avvenuta sopra oggetto di privato interesse. — *Gran Corte Civile di Napoli.* — *Decisione del dì 16 dicembre 1850.—Causa Magatoli, Moscati ed altri.*

(N.° 34.)

Le regole stabilite dal Codice Civile relativamente alle distanze da osservarsi per le vedute dirette ad oblique sulla proprietà vicina, cessano di essere obbligatorie allorchè queste vedute sono aperte sulla strada pubblica. — Esse non fanno ostacolo specialmente allo stabilimento di un balcone nel muro di faccia di una casa posta sulla strada pubblica, sebbene questo balcone, situato a meno di 6 decimetri (2 piedi) dalla casa contigua, o toccando anche questa casa, procuri una veduta diretta od obliqua sulla proprietà vicina *atteso che i terreni dipendenti dal demanio universale, come quelli destinati alla via pubblica, essendo assoggettati a tutti i generi di servigi che comporta la loro natura, ciascuno può usarne con la sola condizione di conformarsi alle norme amministrative o di polizia che debbono regolarne l' uso; che dalla loro destinazione stessa nasce, per ogni proprietario confinante, il dritto di farvi delle uscite, di aprirvi de' lumi, di prendervi delle vedute, di stabilirvi de' balconi o altre costruzioni sporgenti, senza esser sottoposti ad altre restrizioni o condizioni se non quelle che appartiene al potere amministrativo o municipale il determinare; che questo dritto non riceve alcuna limitazione dalle disposizioni degli articoli 678 e 679 del Codice Civile (599 e 600 LL. CC.); che queste disposizioni, in fatti, hanno per solo oggetto di regolare i rapporti di vicinato tra le proprietà private, e non si applicano alle vedute aperte sulla via pubblica, senza che vi sia a distinguere tra le* vedute dirette *e le* vedute oblique, *derivando il dritto, per le une come per le altre, dalla destinazione stessa de' terreni su' quali sono aperte immediatamente* (a).—*Corte di Cassazione di Francia* — *Arresto del 27 agosto 1849.* — *Causa David e Grandjean.*

(N.° 35.)

I condividenti di un immobile non possono, dividendoselo, creare a favore di colui al quale destinano la parte

---

(a) Questo arresto ne annulla uno della corte di appello di Digione dal dì 8 gennaio 1848 ed una sentenza del Tribunale di Mâcon de' 20 agosto 1847. Esso è stato creduto tanto decisivo che vien fatto noto agli ingegneri de' Ponti e Strade da una circolare del ministro de' lavori pubblici di Francia del 30 ottobre 1849. Presso di noi ancora, una decisione della Gran Corte Civile di Napoli del 6 settembre 1850, nella causa *Tiriolo e Greco* ed una della Gran Corte Civile di Catanzaro del dì 13 novembre 1850 nella causa *Toraldo e Caputo* risolvono la quistione in questo senso; però non mancano molti giudicati in senso contrario. Vedi i n. 2, 3 e 4 delle *decisioni giudiziarie*, Anno. I.° pag. 75.

ne non giunge sino alla strada pubblica, il dritto d'imorre la servitù di passaggio, a titolo di fondo chiuso, alla terra del vicino. — *Corte di Appello di Riom.* — *rresto del 10 luglio 1850.*

(N.° 36.)

Il canale artificiale che fa andare la mola di un molino è accessorio necessario e dipendenza di esso. Il proprietario del molino deve per gli articoli 546 e 1352 del codice civile (471 e 1306 LL. CC.) esser presunto proprietario del canale. — Ma questa presunzione legale può esser distrutta dalla pruova contraria, — *Corte di Cassazione di Francia.* — *Arresto del dì 13 agosto 1850.*

Decisioni amministrative.

(N.° 25.)

Un cambiamento di cava accordato a richiesta di un appaltatore, non può dar luogo da parte del medesimo ad una domanda d' indennità o di risoluzione del contratto, se non è giustificato che le cave indicate nel progetto fossero insufficienti. — *Consiglio di Stato di Francia.* — *Arresto del 28 dicembre 1848.* — *Causa Rambour.*

(N.° 26.)

Il valore de' materiali estratti da una cava deve esser pagato al proprietario allorchè essi sono stati presi in una cava già messa in uso da lui o per suo conto. Non è necessario che quest' uso sia regolare ed attuale ; basta che sia anteriore all' estrazione fatta per conto dell' amministrazione e che la cava non sia stata definitivamente abbandonata. (a) — Gl' interessi di una indennità di estrazione di materiali non decorrono di pieno dritto dal giorno in cui la cava è stata messa in attività, ma sono soltanto dovuti dal giorno della domanda fattane dal proprietario. — *Consiglio di Stato di Francia.* — *Arresto del dì 21 decembre 1849.* — *Causa de Rély e Chanudet.*

(N.° 27.)

L'incomodo che una casa la quale serve di albergo soffre nelle sue comunicazioni per effetto de' lavori eseguiti sulla via pubblica, non dà luogo ad alcuna domanda d'indennità contro lo Stato, allorchè i lavori non hanno avuto per risultamento d'intercettare in tutto od in parte l' accesso dalla casa alla via pubblica nè di cagionare a quella un altro danno diretto e materiale. — *Consiglio di Stato di Francia.* — *Arresto del 28 dicembre 1849.* — *Causa Paquelin.*

(N.° 28.)

I danni che sono la conseguenza diretta di opere di allargamento ed appianamento di una strada pubblica, danno al proprietario che li soffre dritto di reclamare una indennità. — Deve essere considerato come un danno di questa natura lo scuotimento cagionato alle costruzioni confinanti con la strada pubblica per la diminuzione della base di una scarpa sulla cima della quale esse sono stabilite. — *Consiglio di Stato di Francia.* — *Arresto del dì 19 gennaio 1850.* — *Causa Comune di Chigny e Gadiot - Lebel.*

(N.° 29.)

La corrosione di un terreno che fiancheggia un fiume, quando anche fosse effetto della soppressione di un braccio del fiume stesso e della costruzione di una parata sopracorrente, sarebbe solo un danno indiretto e non darebbe quindi luogo ad alcun ricorso per indennità contro lo Stato da parte del proprietario (b). — L' inondazione di un terreno divenuto accessibile alle acque alte per effetto dell' abbassamento dell' argine operato dall' amministrazione costituisce al contrario un danno diretto che deve dar luogo ad indennità. — In quest' ultimo caso, l' indennità pagata al proprietario pel prezzo delle terre portate via non impedisce che glie ne sia accordata un'altra per riparazione de' danni sopravvenuti posteriormente. — *Consiglio di Stato di Francia.* — *Arresto del dì 19 gennaio 1850.* — *Causa Rondeau.*

(N.° 30)

L' amministrazione ha il dritto, in ogni tempo, di restituire alla via pubblica la larghezza che le appartiene, e di ordinare in conseguenza l' estirpamento delle siepi

(a) V. il n.° 3 delle *decisioni amministrative,* Anno I.° pag. 78. Vi è un altro simile arresto del 3 maggio 1850 nella causa Debrousse contro Parsat.

(b) Questa parte dell' arresto è conforme a molti altri, fra i quali uno de' 14 dicembre 1836 causa *Delattre*, uno de' 5 dicembre 1837, causa *Coulon*, uno de' 27 agosto 1839 causa *Daujou* ed uno de' 25 aprile 1842 causa *Rougane.* Sembra, secondo la giurisprudenza, che la corrosione delle ripe di una proprietà non dia luogo a reclamo d' indennità se non è il risultamento preveduto di lavori destinati a produrre questo effetto.

piantate da' proprietarî confinanti sul suolo della strada. Questi proprietarî non possono sottrarsi alla esecuzione di quest' ordine adducendo una autorizzazione di piantare che non è stata seguita da alcuna alienazione del suolo della strada. — *Consiglio di Stato di Francia. — Arresto del 9 febbraio 1850. — Causa Bailly ed altri.*

MISCELLANEA

Nuova macchina per far mattoni. — Il sig. Hart ingegnere di Seymour Place, Bryanstone square, tiene ora esposta una macchina per far mattoni che oltre di produrli con una rapidità maggiore di ogni altra macchina finora costrutta ed a minor prezzo, possiede il vantaggio di farli di una forma estremamente densa ed omogenea, che non richiede molto tempo dopo la pressione per potersi porre nella fornace. La macchina è molto potente ma ristretta. L' argilla si pone in uno stato grossolano in un mastello e di là passa bene impastata nelle forme da mattoni che sono situate sopra una catena senza fine; ivi passa sotto lo strettoio, che riduce i mattoni alle opportune dimensioni, e dopo questo procedimento essi sono messi in mucchi per seccarsi. Si è osservato che un cavallo, due uomini e quattro ragazzi, con la spesa di circa una lira sterlina, possono fare 26 000 mattoni perfetti, messi in cataste in 12 ore. Questa macchina è anche molto bene adattata per comprimere in forme la morchia d' olio ed altre simili sostanze.

(*Civil Engineer and Architect's Journal. — Maggio 1850.*)

Bianco di zinco. — I chimici francesi hanno scoperto un procedimento per mezzo del quale si può ottener dal zinco un color bianco, molto proprio a tutti quegli usi pe' quali si era finora adoperato il bianco di piombo. Sembra che durante la sua fabbricazione si faccia spandere costantemente sulla preparazione una corrente di aria atmosferica, e che con questo semplice mezzo si evitino tutti gl' inconvenienti caratteristici della dipintura a zinco. Il governo francese ha ben ricompensati ed incoraggiati gl' inventori, avendo tutti i giornali rimostrato contro le qualità velenose del bianco di piombo, ed il bianco di zinco è stato generalmente adottato; nè ciò ha avuto luogo senza quelle prove di buon risultamento che dovrebbero sempre accompagnare le invenzioni destinate ad un' applicazione generale. Questo colore è perfettamente innocente pe' fabbricanti e per quelli che abitano siti dipinti col medesimo. Esso è un preservativo immediato pel ferro contro la ruggine, giacchè penetra ne'pori del metallo e vi si combina. Infine questa dipintura ha un effetto sanitario perchè disinfetta ogni sostanza sulla quale è applicata.

(*Civil Engineer and Architect's Journal. — Agosto 1850.*)

Strada ferrata sul Semmering in Austria. —Questa strada ferrata è certamente una delle opere pubbliche più importanti mai eseguite in Europa, tanto perchè essa stabilisce una comunicazione con l' Adriatico, quanto per l'elevazione considerabile alla quale essa passa. Il numero di persone impiegate, nel tempo in cui fu spiegata la maggiore attività per menare innanzi i lavori, ascendeva a 16 000 uomini e 2 000 donne e ragazzi. Nell' ultima stagione il colera scoppiò fra questi operai, per non essere essi provveduti di abitazioni opportune, e ciò interruppe ancora in parte il progresso dell' intrapresa.

L' altezza del Semmering nel sito dove passerà la strada ferrata, è di 3066 piedi sopra il livello del mare; ma un traforo sarà cavato nella montagna all'altezza di 2790 piedi. Mille e due cento uomini e dodici macchine a vapore di una forza totale di 200 cavalli sono adoperati per questo traforo, che è detto il *Semmering Haupt Tunnel*, e la cui lunghezza è di circa un miglio inglese. Quattro milioni di piedi cubici di terra e pietra dovranno cavarsi con la spesa di 150 000 lire sterline. Il costo totale preveduto di tutta la strada ferrata del Semmering è di 800 000 lire sterline, ma probabilmente ascenderà ad un milione di lire. Siccome la lunghezza è di 5 miglia tedesche (20 miglia inglesi), ciascun miglio richiederà una spese di circa 200 000 lire. Questa somma è forte, ma la spesa della strada ferrata delle frontiere del Belgio e della Prussia l'ha sorpassata, e questa strada non può esser paragonata a quella di Semmering. Per la natura fragile della roccia calcare, il cavamento del traforo deve eseguirsi con gran precauzione. Il trasporto dei rottami e quello de' materiali per fabbricare a traverso delle complicate armature è molto difficile. Gli archi del traforo in alcuni punti sono stati fatti a due ed a tre l' uno su l'altro, il che si è creduto meglio di un solo della stessa spessezza.

Ma anche riguardando questa operazione sotto il più favorevole aspetto, sembra sorgere ora il dubbio che questo passaggio, tanto costoso e tanto pericoloso ancora che sia compito felicemente, avrebbe forse potuto evitarsi costeggiando tutta quella catena di monti e portando la strada a Trieste per le valli dell'Ungheria. I punti più critici di questa linea sono le molte brevi curve che presenta e le ripide pendenze, alcune delle quali sono del 2 $1/2$ per 100 per una lunghezza di due miglia inglesi.

Si approssima il tempo in cui si dovrà dare il premio promesso di ducati d' oro 20 000 (circa 10 000 lire sterline) per una macchina che possa sormontare tutte queste difficoltà. Una delle condizioni è che questa macchina sia applicabile a curve il cui raggio in un caso è di soli 600 piedi; questo è uno de' più difficili problemi mai proposti. Sfortunatamente la molta neve che cade in ogni inverno in queste regioni subalpine ha interrotto il progresso

i' lavori, ed è temersi che, se la strada sarà compiuta, sa non arresti anche il traffico.
(*Civil Enginer and Architect's Journal.—8 febbraio 1851*)

Telegrafo di Bakewell — Mercoledì 2 aprile furono fatti degli esperimenti fra Londra e Brighton col telegrafo copiante del sig. Bakewell, onde esaminare se la istanza influisse sulla facoltà di trasmettere le copie di ıanoscritto. Questi esperimenti furono perfettamente sod-isfacenti. Noi abbiamo ora uno de'messaggi trasmessi da righton all'uffizio della Compagnia del telegrafo elettrico n Lothbury, che si legge distintamente ed è un *fac-simile* i quello scritto a Brighton. La velocità con la quale lo critto fu copiato era da 120 a 150 lettere a minuto, seondo la grandezza; e sentiamo che quando l'apparecchio osse messo in regolare attività potrebbe trasmettere più li 200 lettere per minuto.
(*Civil Engineer and Architect's Journal.— 5 aprile 1851.*)

Copertura del ponte Brittania. — Siccome la parte superiore de' tubi del ponte tubulare Britannia era esposta all'azione delle piogge e dell'atmosfera, si è creduto opportuno di coprirla a tetto; a tale oggetto una compiuta armatura è stata situata sopra ambedue i tubi, avente un passaggio al disotto, nel mezzo, e quest'armatura è stata coperta di panno impermeabile. Si sono adoperati più di 7000 yardi di questo panno preparato. Si è deciso di costruire presso il ponte un grande albergo, capace di 500 letti, che sarà unito col ponte medesimo per mezzo di una passeggiata coperta e sarà circondato da giardino e parchi. I lavori sono in pieno corso di esecuzione ed un gran numero di operai sono impiegati nel livellare il suolo e formare le fondazioni.
(*Civil Engineer and Architect's Journal. — 7 giugno 1851.*)

Nuovo teatro in Parigi.—Un singolare edifizio capace contenere tremila persone è stato non ha guari compiuto nella strada St. Nicholas e St. Martin. Questo è un gran teatro di ordine Ionico all'esterno. Molte ingegnose modificazioni sono state introdotte dall'inventore e proprietario sig. Barthelemy architetto, che sembrano voler far cangiare interamente d'aspetto le arti della decorazione scenica e delle disposizioni acustiche. La parte destinata agli spettatori è una gran sala ellittica coperta a volta di 136 piedi e 6 pollici di lunghezza, 71 e 6 pollici di larghezza e 52 piedi e 5 pollici di altezza, con una galleria nel pian terreno e due superiori per gli spettatori. Il palco scenico, situato in una parte rientrante semicircolare all'estremo dell'asse maggiore, si avanza nella platea con una forma circolare, in modo che può dirsi che tutto il palco scenico forma un circolo. L'orchestra è situata nel lato posteriore della parte rientrante, ed è invisibile al pubblico, ma è visibile al direttore della musica, che è seduto in fronte al palco scenico. Una seconda orchestra egualmente invisibile può occupare una galleria circolare posta al di sopra del lampadario, accessibile da una scala a chiocciola dal soffitto. Il palco scenico si eleva per 6 piedi dalla platea. Lo spazio destinato alle rappresentazioni è largo 32 piedi e 6 pollici e profondo 52 piedi. Le tele e le scene di fondo sono anche curvilinee; per mezzo di cilindri di una costruzione particolare, esse possono alzarsi e bassarsi come se fossero piane. Vi sono delle scene trasparenti e opache. Si ottengono degli straordinari effetti di prospettiva e di distanza per mezzo di diversi veli che intercettano la veduta. Sono adoperati de' cilindri verticali ed orizzontali e si ottengono eccellenti illusioni collo svolgere e ravolgere simultaneamente delle scene in parte opache ed in parte trasparenti. In questo teatro non vi sono lumi bassi, ma il tutto è illuminato da sopra per mezzo di una ingegnosa combinazione di riverberi. Esso è costrutto in modo che possono darsi delle rappresentazioni teatrali col solo aiuto della luce del giorno fatta passare a traverso di telai di cristallo colorato. Abbiamo inteso che per ordine del Ministro dell'Interno un modello del teatro è stato situato nell'antica sala dell'Assemblea nazionale.
(*Civil Engineer and Architect's Journal.—14 giugno 1851.*)

Telegrafo submarino. — I signori Shepherd e Button hanno ottenuta una patente per la costruzione di un telegrafo submarino da stabilirsi fra l'isole danesi ed il ducato di Sleswich. Il contratto per la comunicazione fra la Francia e l'Inghilterra, dicesi sia stato accettato dal sig. Crampton, di costruire cioè quattro fili di metallo chiusi in *gutta percha* da essere completi pe' 30 di settembre. Gli esperimenti furono fatti innanzi a persone parigine sul battello a vapore che fa il transito da Douvres e Boulogne.
(*Civil Engineer and Architect's Journal.—23 agosto 1851.*)

Strade ferrate lombado venete nel 1849 e 1850. — La strada ferrata lombardo veneta attraversa quel reame per l'intera sua lunghezza; e da' tre punti principali, cioè Milano, Verona e Venezia partono le seguenti diramazioni verso il nord ed il sud.

1.° Da Milano a Monza e Como,
2.° Da Verona a Mantova e Borgoforte,
3.° Da Verona al Tirolo,
4.° Da Venezia a Treviso e sino alla strada ferrata del sud (*südliche Staatseisenbahn*).

Di queste linee erano già terminate nel 1848 la strada da Milano a Monza ed i tratti da Milano a Treviglio e da Venezia a Vicenza. Erano per costruirsi i tratti da Vicenza a Verona, e la strada da Monza a Como.

Le strade ferrate del milanese furono sufficientemente risparmiate durante la guerra; al contrario il tratto fra

Vicenza e Venezia ebbe molto a soffrire. La parte da Vicenza a Mestre dovette esser resa nuovamente praticabile in dicembre 1848 per mezzo di lavori provvisorî; l'importante parte da S. Giuliano (dove comincia il ponte sulla laguna) sino a Venezia non potè essere intrapreso se non dopo l'occupazione di questa città, che ebbe luogo nel 26 agosto 1849. Già prima, a'29 giugno 1849, eransi potuti riprendere i lavori da Mestre a S. Giuliano; e quivi fu ristabilita dopo l'occupazione una stazione, e fu organizzato un traffico regolare fra Venezia e la terra ferma. Il costo delle riparazioni fra Mestre e S. Giuliano ascese al di là di 150 000 fiorini.

Del ponte sulla laguna 34 archi doveano ricostruirsi interamente dalle fondazioni, 10 demolirsi e costruirsi da nuovo, 7 terminarsi ed in 44, che erano già costrutti fino all'imposta, dovevano murarsi le mine ancora cariche in parte. La grande piazza del mezzo doveva esser circondata da nuovi muri ed i contrafforti nelle altre due piazze di distribuzione e nella montata del ponte dovevano esser ricostrutti interamente; i parapetti e le balaustrate erano a rifarsi, le rotaie da togliersi e la coperta di asfalto da stendersi sopra un nuovo strato di cemento. Questi lavori costarono 234 214 fiorini e 33 soldi. Alla stazione di Venezia dovevano abbattersi le fortificazioni della testa di ponte, rifarsi il cornicione, riedificarsi una sala per persone e per carri, situare molte rotaie e riparare il rimanente dell' edifizio, le quali operazioni costarono 12 865 fiorini e 9 soldi.

Pel trasporto e riparazione delle vetture e locomotive che erano state portate nelle isole Giudecca e S. Giorgio, furono spesi 10 286 fiorini e 42 soldi.

Al principio dell' anno 1849 si lavorò di nuovo a tutta possa sulla strada ferrata lombardo veneta per portare a termine il tratto fra Vicenza e Verona, che potè essere aperto al traffico fin dal 2 luglio 1849. La continuazione di questa strada da Verona a Portanuova fu incominciata in febbraio 1850, e già sono terminati gli argini e gli altri lavori di questo tratto ad eccezione del gran ponte sull' Adige. È ora deciso di continuare questa strada fino a Brescia nella direzione di Peschiera, Desenzano e Lonato.

I preparativi sono già fatti pel prolungamento fino a Milano.

Della strada da Milano a Como, il tratto da Milano a Monza fu costrutto da una società di azionisti ed è già da più anni in esercizio. Per la continuazione da Monza a Como, il governo ha dato in prestito sopra ipoteche, un milione di fiorini alla società, ed ha incaricata la Direzione Superiore delle Opere pubbliche del regno Lombardo Veneto di invigilarne il compimento. Già ai 7 dicembre 1849 si era aperto il tratto fino a Camerlata.

La strada da Verona a Mantova e Borgoforte fu incominciata in maggio 1850, e già in settembre dello stesso anno erano per la maggior parte compiuti i lavori di terra e 67 opere di fabbrica. I rimanenti lavori sono già tanto avanzati che l'apertura di questo tratto può riguardarsi come prossimo.

Per la strada da Verona al Tirolo i lavori di terra furono incominciati in ottobre 1850. Nello spianato fra Verona e S. Lucia si diramano questa strada e quella di Mantova.

La strada da Venezia a Treviso fu incominciata alla fine di settembre 1850 e la fondazione è quasi compiuta. Gli edifizî delle stazioni e le casette de' *cantonieri* non che gli apparecchi per le costruzioni superiori sono già tanto avanzati, che l'apertura di questo tratto potrebbe ancora aver luogo nella prima metà del corrente anno. Nel prolungamento orientale di questa strada fino all' incontro della strada austriaca del Sud sono già incominciati i lavori della traccia.

Le spese fatte per queste strade ferrate nel Regno Lombardo Veneto sono le seguenti

Spese di amministrazione	fiorini	283 390
Compensi per occupazioni di suolo		268 207
Fondazioni		4 406 647
Fabbriche superiori		2 741 434
Chiusure		9 165
Edifizi		995 950
Mobili ed utensili		60 580
Totale.		8 735 373

A questa somma debbono ancora aggiugnersi fiorini . . . . 1 498 483 di anticipazioni non ancora rimborsate, mentre vi sono d'altra parte 2 254 064 fiorini sul conto de' lavori arretrati del 1849, come anche debbono comprendervisi molti pagamenti fatti per materiali i quali solo dopo l'anno 1849 doveano essere adoperati.

(*Zeitschrift des österreichischen Ingenieur Vereines.—n.° 4, febbraio 1851.*)

Strada ferrata da Torino a Genova. — Un tratto di questa strada è già aperto fino ad Arquata, circa 80 miglia. La prima opera d'importanza che s'incontra partendo da Torino è un ponte (*viaduct*) a Moncalieri, che è composto di venticinque archi di mattoni, ben disegnati ed eseguiti. Un poco al di là, il Po è attraversato da un bel ponte. A Dusino, una delle stazioni seguenti, i carri scendono per un piano inclinato di 1 sopra 38 (circa 2.63 per 100). Le altre opere di maggiore interesse oltre di queste sono il ponte (*viaduct*) di Stenevasso, il ponte di Revignano, un ponte a sbieco ad Asti, ed un ponte sul fiume Tanaro, il cui corso è stato deviato in due siti. Nel tratto da Arquata a Genova vi sono delle opere stupende. La strada deve tagliarsi attraverso gli Appennini per una lunghezza di 25 miglia. In questo breve tratto debbono costruirsi nove trafori, de' quali uno o due sono

niti, o tutti gli altri incominciati e volgono ad un rapido compimento; il più lungo è di un miglio. Tutta la linea si costruisce contemporaneamente. A Genova si prepara la stazione ed un traforo che deve porre in comunicazione la città col sobborgo di S. Pier d' Arena (posto a tre miglia) è di già aperto. L' opera di maggiore difficoltà è il gran traforo attraverso la montagna di Giovi, lungo quasi due miglia, e nell'interno del quale la strada avrà la pendenza di 1 in 28 (circa 3.57 per 100) essendo tirati i carri da una macchina fissa. Una serie continua di opere gigantesche unisce l' uno con l' altro i diversi colli di questo ramo degli Appennini. I letti de' fiumi sono stati ridotti nel modo migliore, e numerosi ruscelli sono stati deviati dal loro corso. Il cavaliere Maus, l' ingegnere in capo del governo, avrà costrutto una delle più difficili strade ferrate, allorchè sarà compiuta questa linea, che è stata esaminata dal sig. Roberto Stephenson. L' apertura avrà luogo fra due anni. La maggior parte de' materiali per la costruzione de' ponti ec., sono stati presi in que' medesimi monti. I trafori sono rivestiti all' interno di mattoni, che si fabbricano a Sarissola, dove è stata stabilita una manifattura, nella quale sono impiegate 600 braccia; la terra che ivi si adopera, allorchè è cotta, dà mattoni solidissimi. La linea sarà prolungata fino ad Arona sul lago Maggiore, e ad Alessandria si dirama in quella direzione.

(*Civil Engineer and Architect's Journal.—23 agosto 1851.*)

Il palazzo dell' esposizione di Brusselles. — Questo edifizio, sebbene non abbia le gigantesche dimensioni del Palazzo di Cristallo di Londra, mostra però l'energia e la perseveranza de'Belgi. Gli architetti, sig. Coppen e Cluysenaar, ne hanno fatto il progetto e ne dirigono l'esecuzione. Questa sala di belle Arti comprende l' intero spazio della piazza del *Palais d'Industrie*, che è lungo 169 piedi da un' ala all' altra e largo 156. Questo vasto rettangolo è diviso nella lunghezza da quattro navate, delle quali la prima è larga 29 piedi, le due intermedie 22, e l' ultima 35 piedi e 9 pollici. L' ultima navata soltanto è stata costrutta per tutta l'estensione di 188 piedi e 6 pollici, essendo destinata a contenere grandi quadri, che debbono vedersi da una certa distanza. Le altre tre navate sono state divise in una specie di vestibolo e una sala quadrata, e nel mezzo è la statua di bronzo di Carlo di Lorena che si è creduto opportuno di non togliere. La estensione di queste gallerie unite è di 1950 piedi, ed esse sono illuminate dal tetto. La decorazione dell' interno è affatto semplice. De' pilastri dividono ciascuna galleria e sostengono il tetto di lastre di grande ampiezza. La pareti saranno dipinte di una tinta rossa bigia, la quale meglio si presta all' effetto de' quadri, e che molti pittori adoperano nei proprî gabinetti da studio. Una cornice di legno avente molte aperture che possono chiudersi ed aprirsi a piacere, serve per ventilazione. Le disposizioni sono tali che ogni luogo sarà egualmente adatto, purchè si abbia la cura di non situare vicini quei quadri i cui effetti fossero incompatibili fra loro.

L' entrata è formata da un arco di uno stile quasi bizantino, ed a man destra e sinistra vi sono gli uffizi del guardaroba. Sull' ingresso evvi una statua che rappresenta il Belgio portante una corona d' alloro. Sulle finestre arcate della facciata saranno posti dei busti di artisti di ogni paese. Bandiere ed analoghe iscrizioni compiranno l' insieme di questo modesto ma bello edifizio. Quadri di tutta Europa faranno questa esposizione una delle più interessanti.

(*Civil Engineer and Architect's Journal.—2 agosto 1851.*)

Nuovo apparecchio per lavorare nel fondo dei fiumi. —L'apparecchio di cui trattasi, inventato dal sig. Cavé di Parigi, è montato sopra un battello cavafango e si compone di una camera d' aria in mezzo alla quale si trova una apertura, che attraversa il fondo del battello, di quattro metri di diametro.

In quest' apertura, che è in comunicazione col fiume, è un cilindro di lamiera di ferro, aperto alle due estremità, che può scendere lungo alcune scanalature sino al fondo del fiume. La giuntura che chiude con la camera d' aria è fatta con un fodero di cuoio, uno degli estremi del quale è fissato al pavimento di questa camera e l'altro alla parte superiore del cilindro, permettendo però a questo di salire e scendere come si vuole, secondo la profondità del fiume. Allorchè si vuol visitare il fondo del fiume basta far discendere questo cilindro e comprimere l' aria nella camera, per far fuggire l'acqua da sotto. Una parte del fiume è allora a secco, gli operai possono scendervi per lavorarvi a toglier delle pietre, a scavare, a tagliar de' pali, a fare delle ricerche ed in una parola a farvi tutte le demolizioni o costruzioni necessarie.

Per comunicare in questo apparecchio, si è riserbata una anticamera, nella quale si può entrare ed uscire senza interrompere i lavori. A tal fine se ne lascia sfuggire l' aria compressa e vi s' introduce tutto ciò di cui si può aver bisogno, quindi si richiude la porta, e l'aria della grande camera viene a ristabilirvi l'equilibrio e permettere di rientrare ne' lavori.

L' aria è introdotta nell' apparecchio da un cilindro soffiante mosso dalla macchina a vapore del cavafango.

Il sig. Cavé ha già fatti due battelli con apparecchi di questo sistema destinati a' lavori delle chiuse del Nilo, ma di dimensioni maggiori, i cilindri avendo da 6 ad 8 metri. Egli si propone di costruirne altri co' quali si potranno stabilire le pile de' ponti e tutti i lavori relativi.

(*Technologiste. — Settembre 1851.*)

Aumento della città di Londra. — Il *Morning*

Chronicle, pubblica sulla città di Londra i seguenti particolari.

« Circa un secolo fa, Londra fino allora contenuta fra limiti molto ristretti, abbracciò tutto insieme nei suoi sobborghi una città, due borgate e quarantatrè villaggi. Da quell' epoca la città gigantesca non ha per un giorno solo arrestato il suo cammino invasore, e non ostante l' immensa sua estensione, il suo aumento continua senza posa, tanto rapido, che è d'uopo ogni anno provvedere alle abitazioni di 20 000 persone, che occupano al di là di tre mila case nuove, sulle quattro mila che si trovano costantemente in via di costruzione. Londra si accresce così in ciascun anno di un aumento di popolazione e di edifizî che formerebbe esso solo una città. »

» Secondo gli ultimi censimenti, la metropoli copre una superficie di quasi 52 000 acri (20 000 ettari) o di 81 miglia quadrate, o 12 leghe quadrate contenenti, alla ragione di 5 case per acro, e di 7 $^4/_{10}$ individui per casa, un totale di 200 000 case abitate da 1 924 000 abitanti e formanti con la massa di popolazione la più densa, l' alveare umano il più attivo, il più potente opificio, il più abbondante granaio, il più ricco banco mercantile del mondo. »

» La rete sotterranea de' condotti di scolo, canali e diramazioni destinate a raccogliere e condurre nel fiume le acque superficiali, si sviluppa sopra una lunghezza di 423 miglia inglesi cioè 638 chilometri, o leghe 159 $^7/_{10}$ cioè 70 leghe più della distanza da Parigi a Londra, ovvero questa distanza aumentata di quella da Parigi a Bruselles. »

» Il capitale dormente impiegato per tubi, serbatoi ed apparecchi per la distribuzione del gas, si eleva a 3 054 000 lire sterline (76 350 000 franchi) e la spesa annuale d'illuminazione a 15 800 000 franchi (632 000 lire sterline) per 1790 milioni di piedi cubici di gas, consumati alla ragione di $^{29}/_{32}$ o quasi un centesimo di franco a piede cubico, e per l'intensità della luce equivalenti a 100 milioni di libbre o 600 milioni di candele di sego, del costo di 80 milioni di franchi, supplite con un risparmio di 64 200 000 franchi. »

(*Revue générale de l'Architecture. —1851. — n. 2 e 3.*)

Ponte a graticolato di ferro di Honingham. — Questo ponte che ha 150 piedi di coda, fa passare una via pubblica sulla strada ferrata di Rugby e Leamington nel sito del tagliamento di Honingham. Esso è formato da due graticole di 156 piedi di lunghezza e 10 piedi e 6 pollici di altezza, situate alla distanza di 20 piedi l' una dall' altra, ed unite insieme da travi trasversali di ferro battuto e da un sistema di staffe orizzontali e diagonali. La parte inferiore delle due armature principali è formata di due ferri ad angolo e di lamine di ferro battuto, in numero di otto nel centro ma diminuendo sino a tre agli estremi, di dimensioni tali da formare l' area effettiva della sezione nel centro, che è, dedottane la perdita pe' buchi delle ribaditure, di 26 pollici quadrati; la parte superiore, costrutta in modo alquanto differente per meglio resistere alla compressione, ha un' area di sezione di 40 pollici quadrati. Le graticole sono formate da una serie di spranghe di ferro che s' intersecano con un angolo di 60° ed attraversate ne' punti d' intersecazione da spranghe longitudinali onde aumentare la rigidezza e formare un parapetto più stretto. Le travi trasversali, distanti l' una dall' altra per 7 piedi e 6 pollici, sono formate di una lamina di ferro battuto con due ferri ad angolo sopra e sotto; esse sono coperte da lamine di ferro corrugato e galvanizzato della spessezza di un decimo di pollice, sulle quali è un letto di smalto e quindi uno strato di ghiaia e di terra, della spessezza di 6 pollici. Questo ponte fu costrutto da' sig. Smith e James, di Leamington sopra una piattaforma che dava alle travi una curvatura di 7 pollici di freccia nel centro, che si ridusse a pollici 3 $^3/_4$ togliendo la piattaforma. Il costo totale del ponte fu di circa lire sterline 3 500.

Durante il corso de' lavori l' autore fece taluni esperimenti sulla resistenza delle ribaditure di diverse dimensioni, da' quali ricavò che il peso medio producente la rottura per ciascun pollice quadrato dell'area della sezione era di tonnellate 35. 10 per una ribaditura a catena (a) e di tonnellate 18.82 per una semplice ribaditura soprapposta.

(*Civil Engineer and Architect's Journal.—maggio 1850*)

Gas de' residui delle saponate.—È noto da molto tempo che le saponate o le acque risultanti dalla lavatura de' panni di lana contengono un gas molto proprio alla illuminazione. Però il merito di averlo utilmente applicato appartiene al sig. Jeannerey, il quale ha a tale oggetto preparata una manifattura di gas nello stabilimento de' sig. Schwartze Co, a Mulhausen. Il residuo delle acque di lavature è mischiato, dopo di essere stato colato, con calce viva e distillato nelle storte nello stesso modo del carbon fossile.

(*Civil Engineer and Architect's Journal.--8 febbraio 1851.*)

(a) La ribaditura a catena è quella nella quale le commessure delle lamine sono alternate e non formano una linea continua. Vedi l' articolo su' ponti tubulari Anno I.° pag. 209.

CONSIDERAZIONI PARTICOLARI

intorno alle figure simmetriche che possono usarsi con vantaggio in molte applicazioni pratiche.

Pel sig. Giorgio Rebhann.

(*Giornale della società degli Ingegneri Austriaci* (a) — *n.* 10, *maggio* 1851)



Nella meccanica una parte di non poca importanza è quella che tratta de' momenti d'inerzia delle masse (1). Sebbene non manchino delle estese indagini su tal soggetto, non di meno abbiamo credute opportune alcune particolari considerazioni intorno a' momenti d' inerzia delle superficie piane simmetriche, le quali non ancora sono state trattate dagli scrittori di questa scienza. Ci sarà lecito pertanto di presentare a' lettori di questo giornale una ricerca di tal genere, tanto maggiormente in quanto che i risultamenti che ne derivano possono trovare una utile applicazione in molte circostanze della pratica.

Queste osservazioni saranno dirette a dimostrare.

1°. Le accennate proprietà di quelle superficie piane.

2°. L' utilità che nasce dalla conoscenza delle proprietà medesime.

§. I.

Rappresenti la fig. 10, tav. I. un piano materiale di uniforme spessezza, diviso da una retta AB in due parti simmetriche, cioè in modo tale che ogni retta perpendicolare a questa sia da essa divisa per metà. Questa retta AB, come ogni altra che potesse presentare una simile particolarità, suol chiamarsi un asse della figura, sul quale evidentemente deve cadere il centro di gravità O della figura medesima.

Passiamo ora a ricercare il momento d' inerzia di questo piano materiale, pel caso in cui esso si muova intorno ad una retta qualunque EF presa come asse di rotazione, che sia però situata nello stesso piano e passi pel suo centro di gravità.

A tale oggetto, prendiamo lo stesso centro di gravità O come origine di un sistema di coordinate rettangolari, in modo che le ascisse positive sieno tagliate sull' asse della figura da O verso A, mentre l' asse delle ordinate cada nella direzione della perpendicolare CD; ed indichiamo, per un punto qualunque M della curva di contorno, l' ascissa OP con x e la doppia ordinata MN con y. Se si tira la doppia ordinata mn corrispondente all'aumento infinitesimo $Pp = dx$, si avrà l' elemento piano MNmn, che può riguardarsi come una linea materiale, la cui massa infinitamente piccola dm può essere rappresentata dall' espressione ydx, mentre, come suol farsi in simili casi, si prende lo spazio piano per la massa.

Si chiami inoltre φ l' angolo formato dall' asse della figura con l' asse di rotazione, e si chiami z lo spostamento PG del punto medio della doppia ordinata da quest' ultimo asse; si avrà che il momento d' inerzia infinitamente piccolo $d\mu$ dell' elemento piano corrisponde a quello che appartiene ad una retta materiale, la cui massa è uguale a dm, la cui lunghezza è y, lo spostamento del cui centro di gravità dell' asse di rotazione è z, e l' angolo che essa fa con quest' ultimo è uguale a $90° - \varphi$.

Dalle proposizioni conosciute della teorica de' momenti d' inerzia delle masse, si può ricavare l' equazione

$$d\mu = \left(\frac{1}{12}\cos^2\varphi\, y^2 + z^2\right) dm.$$

Siccome però si può porre $z = x\,\text{sen}\varphi$, e $dm = ydx$, si avrà ancora, facendo le opportune sostituzioni,

$$d\mu = \frac{1}{12}\cos^2\varphi\, y^3\, dx + \text{sen}^2\varphi\, x^2\, y dx.$$

espressione del momento d' inerzia dell' elemento piano in parola.

Per trovare infine il momento d' inerzia μ di tutto il piano materiale, si debbono sommare i momenti di tutti gli elementi de' quali si compone il piano medesimo, e quindi deve prendersi l' integrale della espressione differenziale sopra riportata fra i limiti $x = -$OB ed $x =$OA. Se si pone quindi OA$= a$, OB$= b$, si avrà:

$$\mu = \frac{1}{12}\cos^2\varphi \int_{-b}^{+a} y^3\, dx + \text{sen}^2\varphi \int_{-b}^{+a} x^2 y\, dx.$$

Si supponga ora che l' asse di rotazione si confonda con l' asse della figura; indicando con μ_1 il valore del momento d' inerzia per questo caso particolare, si ha

$$\varphi = 0. \; . \; . \; . \; . \; \mu_1 = \frac{1}{12} \int_{-b}^{+a} y^3 dx.$$

Si faccia al contrario cadere l' asse di rotazione perpendicolare all' asse della figura, e si chiami μ_2 il cor-

(a) Zeitschrift des österreichischen Ingenieur Vereines.

(1) Si rammenti, per esempio, l' applicazione alla teoria della resistenza de' materiali.

rispondente valore del momento d' inerzia, si avrà invece

$$\varphi = 90^\circ. \ . \ . \ . \ \mu_2 = \int_{-b}^{+a} x^2 y\, dx.$$

Paragonando ora queste espressioni di μ_1 e μ_2 con la equazione generale di μ, si troverà la relazione semplice e notabile ad un tempo

$$\mu = \mu_1 \cos^2\varphi + \mu_2 \operatorname{sen}^2\varphi. \ . \ . \ . \ . \ (1).$$

che, come di leggieri si scorge, vale qualunque sieno i limiti della mezza figura.

Questa equazione (1) può esprimersi in linguaggio ordinario nel modo seguente.

Allorchè per un piano materiale di figura simmetrica si conoscono i due momenti d' inerzia rispetto agli assi coordinati scelti nel modo detto di sopra, si può ancora determinare senza difficoltà il momento d' inerzia rispetto a qualunque altro asse di rotazione che si trovi nel piano medesimo e passi pel suo centro di gravità. Per esempio, per un rettangolo la cui base è b e l' altezza a, essendo quest' ultima parallela all' asse delle ascisse, si ha

$$\mu_1 = \tfrac{1}{12} b^3 a, \text{ e } \mu_2 = \tfrac{1}{12} b a^3,$$

donde generalmente

$$\mu = \tfrac{1}{12} ba \left(b^2 \cos^2 \varphi + a^2 \operatorname{sen}^2 \varphi \right)$$

dove, come nell' esempio considerato nella ricerca precedente, la massa della figura è rappresentata dalla sua superficie piana.

Del resto non è affatto necessario di conoscere a dirittura i momenti d' inerzia indicati con μ_1 e μ_2. Infatti se invece di questi valori ne fossero dati due altri μ_3 e μ_4, corrispondenti agli angoli $\varphi = \alpha$, e $\varphi = \beta$, i quali non debbono però formare insieme 180 gradi, si potrebbero in generale applicare le equazioni

$$\mu_3 = \mu_1 \cos^2 \alpha + \mu_2 \operatorname{sen}^2 \alpha$$

e

$$\mu_4 = \mu_1 \cos^2 \beta + \mu_2 \operatorname{sen}^2 \beta.$$

a determinare le quantità finora ignote μ_1 e μ_2. Divien quindi manifesto esser sufficiente allo scopo proposto il conoscere solo i valori de' momenti d' inerzia rispetto a due assi di rotazione presi ad arbitrio, i quali, passando pel centro di gravità della figura, possono prendere nella medesima una posizione qualunque.

Dall' equazione (1) si vede immediatamente che se μ varia con φ, il momento d' inerzia diviene più grande o più piccolo secondo la scelta dell' asse di rotazione. Da ciò chiaramente si scorge che i diversi valori di μ sono compresi fra i limiti μ_1 e μ_2, e possono tutto al più raggiungerli; e che inoltre il più grande di questi limiti rappresenta il massimo, ed il più piccolo il minimo che si possa raggiungere dall' espressione del momento d'inerzia. Si comprende per altro che queste osservazioni valgono ancora per quelle figure che sono simmetriche intorno a due assi (2). Se i valori di μ_1, e μ_2 sono eguali fra loro, per le cose sopra espresse, il momento d'inerzia rispetto agli assi che sono nel piano e passano pel suo centro di gravità non potrà più variare, ma nel caso contemplato, esso deve avere un valore costante.

In fatti in questo caso speciale essendo $\mu_1 = \mu_2$, l'espressione (1) si cambia, per ogni valore dell' angolo φ, in

$$\mu = \mu_1 \left(\cos^2 \varphi + \operatorname{sen}^2 \varphi \right) = \mu_1 = \mu_2.$$

Da ciò si ricava questo notabilissimo risultamento, che, quando i due momenti d' inerzia per rapporto agli assi coordinati disposti nel modo indicato di sopra, sono eguali fra loro, o propriamente in generale, quando lo sono i momenti d' inerzia per rapporto a due diversi assi di rotazione che sieno nel piano e passino pel suo centro di gravità (3), i momenti medesimi saranno ancora inalterati rispetto ad ogni altro asse di rotazione che adempia alle due accennate condizioni. Non è difficile il riconoscere che l' eguaglianza delle due quantità μ_1 e μ_2 si verificherà in tutte le figure che sono simmetriche per rapporto a tre o più assi, come avviene, per esempio, nel caso del poligono regolare.

Quindi se pel centro di gravità di una tal figura regolare si tira un asse di rotazione, secondo una direzione qualunque, questa direzione, purchè sia nel medesimo piano, non ha alcuna influenza sulla grandezza del relativo momento d' inerzia della figura.

Queste spiegazioni sono sufficienti a render manifeste le proprietà in principio accennate delle figure simmetriche. (b)

---

(2) Tali figure sono per esempio il rettangolo, l' elisse eç.

(3) Questi assi di rotazione non debbono però esser disposti simmetricamente per rapporto all' asse delle ascisse.

(b) Non sarà inutile notare che l' equazione (1) corrisponde alle note relazioni tra i momenti d' inerzia rispetto agli assi principali ed il momento d' inerzia rispetto ad un asse qualunque, ed il teorema qui enunciato corrisponde al caso che due de'momenti d'inerzia rispetto agli assi principali sono uguali : le quali proprietà trovansi riportate in tutti i trattati elementari di Meccanica razionale (Vedi Venturoli Meccanica, n. 332, 335.)

§. II.

La seconda parte dell' enunciata ricerca consiste nel- esame del valore pratico connesso alla cognizione delle roprietà sopra indicate. A tal fine richiameremo l'atten- one del lettore sulla teorica della resistenza de'materiali. ben noto che, se la resistenza di una trave o di una erga alla flessione ed alla rottura deve rintracciarsi per na forma data, per un dato modo di appoggio e per n dato carico, soglionsi tener presenti i tre seguenti unti della proprietà fisiche de' materiali in esame.

1°. Che la così detta superficie neutrale passa pel centro i gravità della sezione del corpo in quistione.

2°. Che l' espressione indicata col nome di momento di lasticità è il prodotto del modulo dell'elasticità e del va- ore del momento d' inerzia di ciascuna sezione per rap- orto al suo asse neutrale, dove per altro si è ammesso li sostituire nell'espressione di una massa in movimento onnessa all'idea del momento d'inerzia, invece della massa medesima il piano della sua sezione geometrica.

3°. Che il momento di rottura viene determinato dall' in- dicato momento di elasticità, scambiando il modulo di elasticità con la misura dell' assoluta rigidezza, e riguar- dando l'espressione così ottenuta come numeratore di una frazione, che ha per denominatore la distanza tra la fibra maggiormente tesa e la superficie neutrale (4).

Si pongano ora questi risultamenti in relazione con le cose dette nel §. I di questo cenno, e si vedrà che una simile combinazione può essere utile ne' casi nei quali si tratta di giudicare se, e per quanto, possano influire sulla capacità di resistenza alla rottura di una trave o d' una verga le diverse posizioni della sua sezione, restando invariate tutte le altre circostanze (5).

Molti fra i nostri lettori avran già spesso osservato, quanto possa riuscir utile la conoscenza di un metodo che può risolvere in modo semplice una quistione proposta, per mezzo di sviluppi matematici di facile esecuzione. Sarà ben facile per esempio, che in una costruzione di legno o di ferro riguardante fabbriche o macchine, si vo- glia conoscere se un pezzo importante, che abbia per sezione un triangolo equilatero od un quadrato, resista più o meno alla flessione in una o in un' altra posizione della sezione medesima, o pure possegga una maggiore o minore resistenza alla rottura.

---

(4) In quest' ultima parte molti scrittori si allontanano da que- sta regola ed ammettono come denominatore la distanza tra la superficie neutrale e la fibra maggiormente esposta alla rottura tanto per lacerazione che per ischiacciamento.

(5) Tra le circostanze invariate va compresa ancora la posizione nello spazio del piano nel quale trovasi la sezione. Questa osserva- zione vale anche pel seguito.

Molte volte può essere di particolare interesse il cono- scere ciò che avvenga di una trave o verga quando la sua sezione si trovi messa in una posizione capovolta, cioè in modo che la sua parte superiore e la inferiore cangino fra loro di sito, come sarebbe per un triangolo del quale il vertice si trovasse una volta al di sopra ed una volta al di sotto, mentre la base conservasse in un caso e nell' altro la sua posizione orizzontale.

Per facilitare la soluzione di quistioni di tal sorta, si supponga che si debba esaminare una trave o verga di una forma qualunque, poggiata e caricata in un modo ar- bitrario; e che sia per una data posizione della sua se- zione trasversale:

μ il valore del momento d'inerzia di questa sezione per rapporto al suo asse neutrale;

δ il valore della flessione trasversale;

h la distanza della fibra maggiormente tesa dall' asse neutrale, o ciò che val lo stesso la maggiore altezza dello spazio nel quale possono solo allungarsi le fibre, e

t infine la resistenza alla rottura della trave medesima; mentre, per un'altra posizione anche data della sezio- ne, essendo simili tutte le altre circostanze, le quantità analoghe sieno indicate dalle stesse lettere cogli apici. Ciò posto, paragonando le resistenze opposte dal corpo in ambedue le posizioni, si avranno le seguenti due pro- porzioni:

$$\delta : \delta' :: \frac{1}{\mu} : \frac{1}{\mu'} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (A)$$

e

$$t : t' :: \frac{1}{\delta h} : \frac{1}{\delta' h'} \quad . \quad . \quad . \quad (B).$$

Queste possono esprimersi nel linguaggio ordinario nel modo seguente:

(A) Le flessioni di una medesima trave o verga in varie po- sizioni della sua sezione trasversale, essendo le stesse tutte le altre circostanze, sono fra loro in ragione inversa dei corrispondenti valori de' momenti d' inerzia di questa se- zione per rapporto all'asse neutrale relativo a ciascuna po- sizione.

(B) All'opposto le resistenze alla rottura sono fra loro in ragione inversa de' prodotti formati dalla flessione molti- plicata per la distanza della fibra maggiormente tesa dalla superficie neutrale.

Da ciò segue che, se per caso in due diverse posizioni della sezione trasversale fossero eguali fra loro i momenti d' inerzia di questa per rapporto all' asse neutrale corri- spondente, le flessioni relative non potrebbero nemmeno essere diverse; e però le resistenze alla rottura corrispon- denti sarebbero in ragione semplice ma inversa delle di- stanze delle superficie neutrali dalle fibre sottoposte a mag- giori tensioni.

Per applicare ancora le regole stabilite di sopra ad un caso semplice, cioè quando la sezione trasversale della trave o verga sia portata nella posizione precisamente opposta a quella che prima occupava, si consideri che allora la superficie neutrale, e quindi anche il momento d' inerzia rispetto a questa, rimangono inalterati, poichè la flessione trasversale del corpo è in ambedue i casi la stessa; ma al contrario le resistenze alla rottura sono da misurarsi secondo il rapporto nel quale la distanza della fibra superiore è divisa dall'asse neutrale. Perciò la trave o verga possederà la maggiore solidità nel caso nel quale la fibra sottoposta alla maggior tensione è più vicina all'asse neutrale.

Abbiasi, per esempio, una trave con la sezione triangolare ABC, fig. 11 situata in modo, che la fibra sottoposta alla maggior tensione si trovi nella base BC, e debbasi la sezione rivolgere nella posizione precisamente opposta, nella quale, come è chiaro, il vertice A deve soffrire la massima tensione; sarà allora la resistenza alla rottura della trave nel primo caso precisamente doppia di quella del secondo, mentre la distanza della fibra maggiormente distesa dalla fibra neutrale EF era nella posizione primitiva solo la metà di quel che è nella posizione variata della sezione. Sia O il centro di gravità del triangolo, si avrà fra OA ed OD la relazione $OD = \frac{1}{2} OA$.

Nello stesso modo si può trovare, che una trave o verga la cui sezione è, come nella fig. 12, semicircolare o, come nella fig. 13, in forma di T, avrà una maggior solidità nella posizione nella quale la fibra che passa per la linea AB (fig. 12 e 13) è sottoposta alla massima tensione che nel caso opposto, cioè quando a questa tensione sia sottoposta la fibra che passa per C.

Come sopra si è veduto, la flessione di un corpo non varia se, rimanendo inalterate tutte le altre circostanze, si rivolga soltanto la sua sezione nella posizione precisamente opposta. Perciò nel *Volume di supplemento*, pubblicato dal sig. Consigliere di Reggenza Adamo Burg al *Compendio popolare di meccanica e scienza delle macchine*, ragionevolmente si giugne al notabile risultamento, che la resistenza alla flessione di una trave a sezione triangolare è perfettamente la stessa tanto se il vertice della sezione è volto verso sopra quanto se esso è volto al disotto. Non è per altro necessaria una speciale dimostrazione di questa proprietà, mentre essa appartiene egualmente alle travi di qualunque forma, la cui sezione sia egualmente posta in due posizioni precisamente opposte, e la sua ammessibilità è del resto evidente.

Per passare ora dalle posizioni sopra indicate della sezione al caso di travi che non sieno rivolte nella posizione precisamente opposta, si osservino prima di tutto le forme delle sezioni simmetriche rispetto ad un solo asse. Riguardando l' equazione (1) sviluppata nel §. 1 di questo cenno, si vedrà senza alcuna difficoltà che i valori della flessione corrispondenti alle varie posizioni della sezione sono sempre contenuti fra certi limiti; e che inoltre i due valori limiti possono essere rappresentati dalla misura della flessione in ambedue i casi, cioè quando la direzione della forza coincide con l' asse della figura, o quando queste due linee sono ad angolo retto fra loro; e che infine di questi due valori limiti il più grande rappresenta il massimo ed il più piccolo il minimo della quantità di cui la trave può esser piegata, nell' ipotesi che, eccetto la sezione, le altre circostanze influenti non sieno alterate. Rimane però sempre indeciso, in quale di questi due casi abbia luogo la massima o la minima flessione, mentre ciò dipende assolutamente dalla forma della sezione, e che questa può variare in molti modi. Questa incertezza può per altro esser quasi sempre rimossa col mezzo di una semplice inspezione della figura, senza che siavi bisogno di ricorrere al valore del relativo momento d' inerzia, che dovrebbe chiamarsi in aiuto per la soluzione dell'indicata quistione.

Così, a cagion d' esempio, una trave a sezione semicircolare, fig. 12, avrà una minima flessione allorchè la forza agisce in direzione parallela al diametro AB, e quindi necessariamente quando questa forza agisce secondo il semidiametro CD dovrà aver luogo la massima flessione. Ancora più facile sarà il giudicare degli effetti della flessione sopra un corpo la cui sezione sia simmetrica rispetto a due assi. Così, per esempio, non può cader dubbio che in una trave a sezione ellittica la massima e la minima flessione debbono corrispondere alle direzioni dell'asse minore e del maggiore.

Però, onde conoscere la precisa relazione che passa fra la massima e la minima flessione, debbonsi paragonare i relativi valori de' momenti d' inerzia con la proporzione (A) trovata di sopra. Se, per esempio, si dinotino con δ_1 e δ_2 i valori della massima e minima flessione di una trave a sezione rettangolare, la cui larghezza sia b e l'altezza a, e si indichino con μ_1 e μ_2 i relativi momenti d' inerzia nel senso sopra indicato, essendo $\mu_1 = \frac{1}{12} b^3 a$ e $\mu_2 = \frac{1}{12} ba^3$, si avrà la proporzione

$$\delta_1 : \delta_2 :: \frac{1}{\mu_1} : \frac{1}{\mu_2} :: \frac{1}{b^2} : \frac{1}{a^2} :: a^2 : b^2 ,$$

così che dunque i quadrati de'lati del rettangolo potranno servir di norma nell' indicata quistione.

Oltre delle due posizioni della sezione di un corpo, per le quali la flessione raggiugne il massimo ed il minimo valore, ve ne sono infinite altre per le quali il corpo può, secondo le varie circostanze, presentare maggiore o mi-

ɪr resistenza alla flessione. Di queste si può acquistare ɪche da prima una idea, giacchè esse debbono sempre ovarsi comprese fra gl' indicati limiti, corrispondenti al assimo ed al minimo valore. Per averne però una coɔscenza più precisa, devesi adoperare l' equazione (1), la uale per altro deve prima modificarsi per mezzo della reɪzione esistente tra il momento d'inerzia e la flessione. Da ciò nasce chiaramente l' equazione

$$\frac{1}{\delta} = \frac{\cos^2 \varphi}{\delta_1} = \frac{\operatorname{sen}^2 \varphi}{\delta_2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

In questa δ_1 e δ_2 sono i valori massimi e minimi della lessione che hanno luogo allorchè il corpo è situato in nodo che l' asse neutrale coincida una volta con l' asse AB della sua sezione, fig. 10, e l' altra volta sia perpenlicolare a quest' asse, mentre δ rappresenta il valore lella flessione per una posizione arbitraria EF dell' asse neutrale che faccia con l' asse della figura l' angolo φ. L' equazione (2) c'insegna, essendo data la massima e la minima flessione di una trave la cui sezione è simmetrica per rispetto ad uno o a due assi, a trovare la flessione appartenente a ciascuna posizione data di questa sezione, rimanendo invariate le altre circostanze.

Qui è da notarsi che se sono date le quantità δ_1 e δ_2 non è necessario di conoscere la forma della sezione.

Si abbia, per esempio, una trave la cui sezione sia simmetrica rispetto ad un asse, e sia per un dato modo di appoggio e per un dato carico la sua massima flessione di 3 pollici, e ciò avvenga propriamente in quella posizione della sua sezione nella quale l'asse di questa coincide con l' asse neutrale; e sia inoltre la sua minima flessione (la quale oramai deve appartenere ad una posizione dell' asse della sezione posta ad angolo retto con la prima) di un solo pollice: si sarà allora nel caso di facilmente rispondere alla quistione che potrebbe presentarsi, cioè quanta sia la flessione della trave per una posizione della sua sezione tale che l' asse neutrale facesse un angolo di 30 gradi con l' asse della figura, rimanendo invariate le altre circostanze; e la risposta si otterrebbe risolvendo l' equazione:

$$\frac{1}{\delta} = \frac{\cos^2 30^\circ}{3''} + \frac{\operatorname{sen}^2 30^\circ}{1''}.$$

giacchè dovrebbe allora porsi $\delta = 1''$ e $\varphi = 30^\circ$. Si avrebbe quindi la flessione eguale a 2 pollici.

Per quanto riguarda la resistenza alla rottura di una trave nelle varie posizioni della sua sezione, può in vero servire in generale ad acquistarne una idea preliminare il sapere che una flessione minore corrisponda ad una solidità maggiore e viceversa; però può una più precisa conoscenza ricavarsi dalla relazione (B), mentre solo questa opportunamente trattata può somministrare un tale chiarimento in modo compiuto.

Sieno per esempio t_1 e t_2 i valori della resistenza alla rottura corrispondenti relativamente alla massima ed alla minima flessione, δ_1 e δ_2, di una trave quadrangolare di larghezza b ed altezza a; essendo la distanza della fibra sottoposta alla massima tensione dall' asse neutrale una volta $\frac{1}{2}b$ e l' altra volta $\frac{1}{2}a$, si avrà la proporzione

$$t_1 : t_2 :: \frac{1}{\frac{1}{2} b \delta_1} : \frac{1}{\frac{1}{2} a \delta_2} :: b : a$$

per la quale anche la resistenza alla rottura in quistione, come senza ciò si conosce, sarà in una semplice relazione co' lati del rettangolo.

È notabile il modo di flessione e di resistenza alla rottura di una trave a sezione triangolare con lati a, b, c, nelle tre posizioni di questa sezione, nelle quali la massima tensione o compressione delle fibre ha luogo una volta nel lato a, un' altra nel lato b e la terza nel lato c. Per migliore intelligenza si immagini che la trave sia caricata da un peso e poggiata a' due estremi, e che la sua sezione triangolare sia dapprima situata sul lato a come base, indi sul lato b, ed infine sul lato c.

Si chiamino δ_1, δ_2 e δ_3 i valori delle flessioni corrispondenti alla serie di queste diverse posizioni, e t_1, t_2 e t_3 le corrispondenti resistenze alla rottura; riguardando le proprietà de' relativi momenti d' inerzia, si vedrà, mediante alcune osservazioni e senza bisogno di calcolo, aver luogo le due seguenti proporzioni

$$\delta_1 : \delta_2 : \delta_3 :: a^2 : b^2 : c^2,$$

e

$$t_1 : t_2 : t_3 :: \frac{1}{a} : \frac{1}{b} : \frac{1}{c}$$

e quindi potersi ammettere che per quanto maggiore è il lato della sezione scelto per base, maggiore è la flessione e minore la resistenza alla rottura; e che viceversa ha luogo una minor flessione ed una maggior resistenza alla rottura se si scambia questo lato con un altro minore.

Questo risultamento può ancora utilmente applicarsi a risolvere in un modo speciale la quistione finora presentata solo in generale, cioè a sapere se in una trave la cui sezione è un triangolo isoscele, la flessione che ha luogo quando la forza agisce nella direzione dell' altezza del triangolo sia un massimo od un minimo, in paragone delle fles-

sioni corrispondenti alle altre direzioni della forza che sono situate nel piano stesso della sezione. Che a questo caso debba corrispondere la massima o la minima flessione è già noto per le cose dette di sopra. Rimane quindi solo di applicare le dimensioni de' lati del triangolo nelle regole precedentemente stabilite per un triangolo qualunque. Questa applicazione però ci fa subito conoscere che la flessione in esame è un massimo solo nel caso che la base sia il maggior lato del triangolo, e che per l' opposto essa è un minimo se questa base è il lato più piccolo. Nel caso di un triangolo equilatero, come si vedrà anche più chiaramente nel seguito di questo cenno, la direzione della forza agente, o ciò che è lo stesso, la posizione del triangolo non avrà più alcuna influenza sul valore della flessione, e questa riterrà in tutte le posizioni una grandezza costante.

A maggior chiarimento delle cose dette intorno alla equazione (2) riporteremo un esempio, e supporremo che una verga poggiata agli estremi abbia la sezione rappresentata dalla fig. 14, e che sia caricata da una forza P che passi pel centro di gravità di questa sezione ed agisca secondo la direzione OP (7). Per trovare la resistenza di questa verga alla flessione e la sua resistenza alla rottura, si potrà, avendo riguardo alle cose già dette, procedere nel modo seguente:

Sia O il centro di gravità della sezione, AB un asse della medesima, e CD la perpendicolare elevata sopra di questo asse. Si indichino con δ_1, e t_1, i valori della massima flessione e della relativa resistenza alla rottura, che, come è chiaro, avrebbero luogo quando la forza P agisse secondo la direzione CD; con δ_2 e t_2 i valori della minima flessione e della corrispondente resistenza alla rottura che si verificherebbero quando la forza P agisse nella direzione AB; ed infine con δ e t i valori della flessione e della resistenza alla rottura richieste; si avrà subito l' equazione.

$$\frac{1}{\delta} = \frac{\cos^2 \alpha}{\delta_1} + \frac{\text{sen}^2 \alpha}{\delta_2}$$

indicando la perpendicolare EF innalzata sulla direzione della forza la posizione della fibra neutrale corrispondente, ed α l'angolo che questa perpendicolare fa con l'asse AB. Pel valore di δ ricavato da questa equazione si trova facilmente la proporzione

$$t : t_1 : t_2 :: \frac{1}{\delta h} : \frac{1}{\delta_1 h_1} : \frac{1}{\delta_2 h_2}$$

che serve a determinare la resistenza della trave e nella quale h_1 ad h_2 dinotano le distanze della fibra sottoposta alla massima tensione dagli assi neutrali corrispondenti alla massima ed alla minima flessione, ed h la distanza medesima pel caso in esame. Queste grandezze possono agevolmente misurarsi sulla figura, giacchè è facile di scorgere che h è eguale alla perpendicolare GH menata sopra EF, che h_1 = DO e h_2 = OB. Del resto si comprende facilmente che può calcolarsi non solo il rapporto nel quale sono fra loro le flessioni δ, δ_1 e δ_2 ma anche le loro quantità assolute, sebbene queste non sieno necessarie a conoscersi finchè si tratta solo di un paragone delle resistenze.

Finalmente per imparare a conoscere ancora le proprietà de'corpi che sono simmetrici per rapporto a tre assi, si tengano presenti le ultime conseguenze tratte dall' equazione (1) e si consideri che gli stessi risultamenti debbono valere pe' momenti di flessione, e che quindi la posizione dell' asse neutrale non deve avere alcuna influenza.

Perciò una trave o verga che ha una simile sezione, deve, per ogni posizione di questa, presentar sempre la medesima flessione, senza per altro che da ciò derivi dover essa anche possedere la stessa resistenza alla rottura.

Questa resistenza deve solo determinarsi dalla distanza che la fibra sottoposta alla massima tensione serba dall' asse neutrale che si presenta nelle varie posizioni. Cioè quanto minore è questa distanza tanto maggiore sarà la resistenza alla rottura, e viceversa.

Fra le figure simmetriche rispetto a tre assi debbono annoverarsi non solo tutti i poligoni regolari conosciuti nella geometria, ma ancora molte altre figure, come quelle segnate nelle fig. 15, 16 e 17, formate a volontà, e quindi il loro numero non può limitarsi. Considerando dapprima i soli poligoni regolari, troveremo che la minima distanza alla quale può trovarsi, nelle varie posizioni, la fibra sottoposta alla massima tensione dall' asse neutrale, è uguale al raggio del cerchio iscritto, e la massima distanza al raggio del cerchio circoscritto; donde segue, in modo semplicissimo, che la massima e la minima resistenza che possono presentare de' corpi con simili sezioni nelle varie posizioni delle sezioni medesime, sono fra loro in ragione inversa degli indicati raggi. Sia quindi n il numero de'lati del poligono regolare della sezione potrà il rapporto in quistione essere espresso da $1 : \cos\left(\frac{180°}{n}\right)$

Quindi questo rapporto sarà

per un triangolo equilatero quello di . .	1 : 0.500
per un quadrato	1 : 0.707
per un pentagono regolare	1 : 0.809
per un esagono regolare	1 : 0.866

ec. ec.

così che le diverse resistenze varieranno fra loro tanto

(7) La forza P può anche essere riguardata come la risultante di più forze.

eno per quanto maggiore è il numero de' lati del poli-
ıno, o in altri termini, per quanto più la figura del po-
gono si approssima a quella del cerchio. Così, per esem-
o, se l'asse di una ruota idraulica, che ha per sezione
ı esagono regolare, soffre sempre la stessa flessione du-
ınte il movimento circolare della ruota, la sua resistenza
lla rottura però cresce e diminuisce periodicamente, va-
ando continuamente fra certi limiti, che sono fra loro
el rapporto di 1000 ad 866, e che per altro sono an-
ora di tempo in tempo raggiunti. Perciò nel calcolare
ı dimensioni necessarie alla sicurezza di un tale asse,
evesi aver riguardo al più piccolo di questi limiti. Egual-
ıente è facile di scorgere che i bastoni a sezione qua-
rata adoperati nelle ringhiere presenteranno una flessione
empre eguale, tanto se saranno situati sopra un lato che
opra una diagonale, e che quindi si sbaglia di molto nel
ituarli in quest' ultima posizione onde ottenere una mag-
ior rigidezza. Però molto più si sbaglierebbe se, situando
erticalmente la diagonale della sezione quadrata de' ba-
stoni, se ne attendesse maggior resistenza ad una forza
ıgente in senso verticale od orizzontale, mentre appunto
n questa posizione della sezione essi presentano la mi-
ıima resistenza alla rottura, ed in ogni altra posizione si
ottiene una maggior resistenza relativa.

La sopra indicata proprietà della sezione quadrata per rapporto alla resistenza di una trave o verga, è stata per la prima volta notata dal sig. Navier. Però sembra che essa non sia stata finora molto considerata, mentre anche nelle migliori opere di Meccanica non ne è fatta menzione. Del resto quella proprietà, come il lettore avrà di già osservato, non è vera soltanto per una sezione quadrata, ma come abbiamo dimostrato, è ancora comune ad altre innumerabili figure. Per considerare ancora una di queste, si supponga che una trave abbia la sezione rappresentata nella fig. 15. Siccome non vi è più dubbio che la flessione rimane la stessa per ogni posizione di questa sezione, così esamineremo solo la resistenza di questa trave alla rottura. A tal fine si cerchi dapprima la direzione dell' asse neutrale (ciò che non può incontrare alcuna difficoltà nelle circostanze del caso in quistione) e si tiri a questa una parallela, la quale tocchi la figura della sezione dal lato dove le fibre sono distese, in uno o più punti, senza però tagliare la sezione medesima. La distanza fra queste due parallele dà la misura della resistenza della trave e viceversa. Applicando questo procedimento a molte posizioni della sezione, si può ottenere un paragone fra le relative resistenze, senza bisogno di alcun calcolo. Nella figura in esame, AB rappresenta la direzione dell'asse neutrale, CD la parallela sopra indicata, ed AC la distanza che serve a determinare la resistenza.

In questo modo crediamo di aver presentate con la necessaria distinzione e chiarezza le cose che avevamo in mente di esporre, e di poter aggiugnere che le regole stabilite possono servire non solo pe'pezzi prismatici, ma anche per quelli in forma di arco e per gli altri ne' quali le sezioni non sono eguali ne'diversi punti del pezzo ma solo simili. Però nell' applicare queste considerazioni scientifiche a'singoli casi della pratica, bisogna sempre tener presenti le note ipotesi, sulle quali è fondata la teoria generale della resistenza de' corpi alla flessione ed alla rottura, giacchè altrimenti non si avranno risultati soddisfacenti.

Infine è poi da aggiugnere che, per riguardo alla teoria, la quale per giudicare della resistenza di un corpo alla rottura prende per norma non la distanza della fibra sottoposta alla massima tensione ma bensì quella della fibra maggiormente esposta alla rottura, alcuni soltanto de' risultamenti sopra riportati sono da modificare in modo semplice, ma la maggior parte rimangono invariati.

Nuovo apparecchio magnetoelettrico per decomporre l' acqua e gli altri liquidi ed applicazione de' prodotti all' illuminazione.

(Technologiste. — Giugno 1851.)

Un americano, il sig. Paine, ha di recente prese delle patenti in diversi paesi per alcuni perfezionamenti ch' egli ha apportati negli apparecchi elettro magnetici proprî alla decomposizione dell' acqua e degli altri liquidi, e nell'applicazione de' gas sviluppati da questi liquidi o da'loro elementi a diversi usi e sopra tutto all' illuminazione. Siccome l' annunzio di questi perfezionamenti ha prodotto qualche sensazione nel mondo industriale, noi diremo qualche parola solo de' principî su' quali essi sono fondati, senza occuparci degli apparecchi, che sono complicati.

Nella descrizione delle sue macchine magnetoelettriche il sig. Paine asserisce ch' egli ha introdotti de' perfezionamenti nelle parti più essenziali, che permettono di disporre di una forza elettrica molto più grande e che si può applicare in un modo più vantaggioso che non siasi fatto sino al presente. Egli conserva la forma ordinaria delle elici, ma all' avvolgimento elicoide ordinario di un filo metallico pieno, egli sostituisce un filo metallico vuoto o tubo di rame o di altro metallo buon conduttore, e questo filo vuoto o questo tubo è riempiuto d' acqua o di un altro corpo assorbente l' elettricità. Questa disposizione ha, secondo lui, il merito non solo di presentare una superficie molto più grande, (le facce esterna ed interna del filo) alle correnti elettriche, ma anche di permettere una grande accumulazione, l' acqua o l' altro assorbente impossessandosi dell' eccesso di elettricità durante ciascuna rivoluzione, e conservandola fin che ne sia spogliato per l'azione di alcuni pezzi che egli chiama scaricatoi. Questi giri di fili tubulari sono fatti di un metallo che non si ossida se non difficilmente e debbono essere isolati esternamen-

te, o pure debbonsi fare di una sostanza non conduttrice, il *gutta percha* per esempio, che si riempie col liquido, e nella quale s' introduce un filo metallico. Si è trovato, dice il sig. Paine, che l' elettricità applicata in una corrente continua e non interrotta non poteva esser considerata come un agente vantaggioso per decomporre l' acqua o gli altri liquidi in quantità sufficiente, e ad un prezzo che permettesse di fare applicazioni generali de'prodotti, mentre che quando la corrente entra nell' acqua per una serie di scariche, si possono sviluppare quantità considerabili di gas a prezzi molto moderati. I perfezionamenti del sig. Paine ammettono non solo la scarica intermittente dell' elettricità, ma anche la sua accumulazione ad un grado qualunque tra due scariche o intermittenze consecutive.

Allorchè egli ha così decomposta l' acqua, il sig. Paine si serve dell' idrogeno che proviene da questo liquido per illuminazione, e per rendere questo gas molto luminoso, lo fa passare a traverso dell' essenza di trementina o di altro idrocarburo. La sola condizione per questa operazione è la durata del passaggio di questo idrogeno, che ha bisogno di un certo tempo per esser reso luminoso per via catalitica. È a tal fine che egli usa qualche mezzo meccanico per ritardare la corrente di gas e per farla rigogliare nel liquido. Il mezzo cui egli dà la preferenza consiste in un lucignuolo piatto o lucignuolo di lampada d'Argand, situato all'estremità del tubo che conduce il gas al fondo del vaso che contiene l' essenza, ed a perforare l'estremità di questo tubo di numerosi buchi. In questo passaggio, il gas si divide in piccoli globuli che presentano una gran superficie al contatto dell' idrocarburo. L' effetto è più brillante allorchè i tubi che portano l' idrogeno nell' essenza sono in materiali non conduttori o rivestiti di cera a suggellare o di altra materia isolante. Questo gas, lasciando le cellule a decomposizione, deve esser condotto il più presto possibile nell' essenza, e raccolto subito dopo in gassometri isolati o di materiali isolanti, ed infine giova che il vaso ad essenza sia anche isolante e che il gas sia condotto ai punti dove è consumato per mezzo di tubi in materie non conduttrici. È infatti importante che il gas giunga al contatto dell' idrocarburo mentre è ancora al più alto grado di eccitazione elettrica. La colonna di essenza deve avere preso a poco la stessa altezza che l' acqua nel serbatoio del gassometro perchè l' idrogeno non l' attraversi troppo rapidamente.

CENNI STATISTICI E CHIMICI

sulla calce e sulle pozzolane di alcuni luoghi della provincia di Terra di Lavoro

ed osservazioni sopra un' opinione del Vicat
per

GAETANO TENORE

Alunno della Scuola di applicazione dei Ponti e Strade (a).

(Articolo comunicato.)

1°. Della costruzione delle fornaci e del metodo di cottura per la pietra da calce.

Le fornaci da calcina in questa Provincia appartengono tutte alla classe delle *intermittenti*, e col nome di *Calcare* volgarmente si addimandano. Quelle da me visitate nelle vicinanze di Caserta distano per circa miglia due dalla città medesima, rinvenendosene 8 alle falde della catena dei Tifati poco lungi da Casanova, mentre una se ne osserva nel villaggio le Curti, la quale si alimenta con la pietra proveniente dagli stessi monti. Le cave offrono tre diverse rocce: cioè una calcare a spesso friabile e terrosa, una marna con abbondanti frammenti di calcarea ed un' argilla plastica; la prima viene da quegli operaî detta *pietra pesante*, e le due ultime col nome di *pietre leggiere* da essi indistintamente si appellano. Secondo le notizie che io appresi da quelli fornaciaî, per ciascuna cottura si ottiene la quantità media di 20 *carri* (1) di calce viva, quantità che potrebbe accrescersi se si badasse di scegliere la pietra pesante dalle leggiere, le quali si veggono senza accorgimento ivi adoperate.

Le altre 10 fornaci, che si trovano alla base delle montagne medesime presso Maddaloni, essendo soltanto fornite di buona pietra calcarea, danno 40 carri di calcina per ciasuna informata; e questa suol durare per lo spazio di 6 a 7 giorni secondo il combustibile che vi s' impiega. Il prezzo medio della calce, in tutti questi paesi ed in tutte le stagioni, è di ducati 3.10 il carro.

(a) Il giovane autore di questo articolo sta ora pubblicando per le stampe un' opera intitolata *Lezioni di Mineralogia ordinate specialmente per gli studî dell' Architetto costruttore e dell' ingegnere dei Ponti e Strade.* Superfluo sarebbe il notare l'utilità dello scopo propostosi dal sig. Tenore, e del quale seco ci congratuliamo tanto maggiormente che la parte del libro già uscita alla luce fa bene augurare del rimanente.

(1) Il carro delle vicinanze di Caserta equivale a mille rotoli.

Le fornaci da me osservate nei dintorni di Sangermano no cavate in un terreno calcareo di alluvione , le cui ıreti non si bada di foderare con fabbrica di tufo comıtto , come praticasi nelle vicinanze di Caserta , nè di coprirle dopo ciascuna cottura con un' incamiciatura di mento di terra. Tale trascuraggine produce danno, imrciocchè calcinandosi circa palmi 0.4 del perimetro della rnace per ogni infornata , avviene che dopo non lungo mpo il medesimo si rovina per modo da ridurla inserbile e per sempre. La fornace si compone di due cave ıtterranee come le precedenti ora descritte , di cui l'una la *calcara* , avente quasi forma cilindrica, la cui prondità , per quelle da me studiate , di circa palmi 16 ımbra uguale al diametro della base. Il suo fondo non piano , ma vi si forma un altro spazio a guisa di berıtta sferica , il quale si riempie di grossi tronchi di quera fino al piano inferiore della fornace. L' altra cava sotırranea è al solito dalla parte della *bocca* dove lavorano fornaciaî.

Ciascuna cottura dà in risultamento 1500 a 2000 tomoli i calcina , quindi la quantità media ne corrisponde a carri 7.5 ; essendo il carro equivalente a tomoli 20, secondo ı consuetudine di quel circondario.

Nei luoghi lungi dalla città suddetta e presso ai torenti che scorrono in quella vallata di Sangermano , le ietre che si riducono a calce appartengono a cogoli di na calcarea rotondata che in essi si raccolgono; la quale atura di roccia essendo compattissima richiede una più ınga cottura e difficoltosa. Dove poi si rinviene il traertino friabile (volgarmente detto *cemento*) , riempienosi la fornace di tale pietra si ha un risparmio di cinıue canne in circa di legna , essendo questa varietà di alcarea più facile della precedente a ridursi in ossido di alcio. La durata ordinaria della cottura è di 7 ad 8 giorni.

2.° Descrizione dei combustibili e quantità media di essi er una infornata , spezialmente per le fornaci delle adiaenze di Sangermano.

Per la fornace che riduce a calce la calcarea compatta, tteso la negligenza di questa parte di Chimica tecnologica el nostro paese , si consuma molta quantità di legna , e quali variano tra il pioppo e la quercia; di rado però ısasi il primo, stante il territorio di Sangermano ne è poco rovvisto , e quando i proprietarî ne potessero disporre, sso ridurrebbesi alle sole fascine. Per ciascuna inforıata si consumano da 4000 a 5000 fascine e da 30 a 40 arri di legna quercine (la quale ultima quantità equivale d un di presso a canne 25 di consuetudine locale) ; a uesto combustibile si aggiungono i grossi ceppi della stessa ıatura di pianta (5 canne in circa) , i quali sono collocati nel fondo per riempiere il detto voto sferico fino l piano inferiore della fornace. Questi ultimi sono i primi ı bruciare per un giorno intero.

Seguono indi le fascine, le quali comunicano molto vivo fuoco alla pietra e servono , al dire di quelli fornaciaî, per *apparecchiarla* ; da ultimo si alterna con legna e fascine (b).

Il numero delle fornaci in quel di Sangermano non puossi con precisione indicare; queste sono cavate nei boschi limitrofi, ma gran parte di esse sono adoperate solo nel tempo nel quale ricade il taglio dei detti boschi. Puossi intanto ritenere per certo , in un anno adoperarsi 8 a 10 fornaci col risultamento di 12mila a 15mila tomoli di calce viva.

Infine notansi le varie maniere di cui si serve il proprietario Sangermanese per acquistare la calcina dal fornaciaio. Il proprietario può fornire al fornaciaio il combustibile bisognevole , ed allora ha il dritto a $^2/_5$ dell' infornata restando gli altri $^3/_5$ in proprietà del fabbricante della calcina. Ovvero il possidente può anticipare il danaro necessario, ed in tale caso l'operaio dovrà vendergli la calce alla ragione di grana 8 il tomolo, mentre il primo la rivende al prezzo ordinario di quei luoghi , che giunge fino a grana 12 il tomolo. Quindi il carro di calcina in Sangermano può costare fino a ducati 2.40 (2).

Su la opinione del Vicat rispetto alle nuove combinazioni chimiche , che si formano nell' atto della presa della pozzolana con la calce per comporre il cemento idraulico.

È opinione del Vicat che la pozzolana sia stata in origine dell' argilla ordinaria, che per l'azione del fuoco vulcanico si è posteriormente desidratata ; ed in fatti calcinando l' argilla al calor rosso scuro , finchè abbia perduto gli otto o nove decimi dell' acqua che prima conteneva , si ottiene un prodotto che presenta i principali caratteri della pozzolana naturale , e che unito alla calce grassa nelle debite proporzioni, produce della calce idraulica di eccellente qualità. Quindi la polvere dei mattoni ordinarî deve risguardarsi come una buonissima pozzolana artefatta.

Rispettando poi la opinione di questo dotto ingegnere francese, *della influenza chimicamente nociva del per os-*

(b) Nel comune di Avella nella medesima provincia sogliònsi adoperare come combustibile nelle fornaci da calce i residui della macerazione della canape che si fa nelle vasche o *fusari* delle vicinanze mettendo a profitto con vantaggio dell' economia un materiale di pochissimo valore.

(2) Questo è il modello di un lavoro che l' autore propone di effettuare per tutte le provincie del Regno ; volendo egli altresì debolmente contribuire alla proposta che di questo studio han fatto l' ingegnere Cadolini (*Atti della Sesta riunione degli Scienziati Italiani*, Milano 1845 , p. 57), il Prof. G. Taddei (*Sulla Calce e sui Cementi*, Firenze 1851, p. 19.) ed i Compilatori degli *Annali delle opere pubbliche e dell' architettura* (Napoli 1850 Anno I° p. 90 nota b.)

sido di ferro nelle pozzolane (3), a me pare che la stessa non dia ragione delle osservazioni seguenti.

Il Dufrénoy fa notare (4) « la combinazione tra la silice » e l' allumina (nelle argille da pozzolana) essendo di- » venuta meno energica per causa del calore, la calce può » allora esercitare sui componenti dell' argilla un'azione più » sensibile che prima della cottura. Si osserva nello stesso » tempo che spingendo la temperatura al di là di una » calcinazione moderata, le argille diventano insolubili » negli acidi; siccome avviene per le pozzolane artefatte » che, calcinate a troppo alta temperie, diventano inerti. » Secondo lo stesso autore (5), *la calcarea cemento contiene sempre, oltre l' argilla, una molto grande proporzione di ossido di ferro*, il quale con una moderata cottura passerebbe allo stato di sesquiossido, e formerebbe così un elemento dell' argilla disposto a dissolversi nell'acido muriatico. Ammettendo tali osservazioni a me sembra che si possano altresì spiegare le nuove combinazioni chimiche che avvengono nell' atto della presa. E vie più mi sono persuaso della influenza del perossido di ferro pel potere idraulico del cemento in esame, avendo io meccanicamente analizzato alcuni aggregati piroidi della provincia di Terra di Lavoro, ivi adoperati come pozzolane; i quali si distinguono dagli altri spezialmente per presentare molto ferro oligisto. Tali sono: un tufo rosso decomposto delle vicinanze di Casanova presso Caserta; ed un tufo bigio con piccole leuciti, proveniente da Castellucia presso Sora, il quale ha formato con la calce un cemento idraulico, che si è con buonissimo successo usato per la costruzione recente di un gran ponte nel comune di Isola, nel Distretto di Sora.

Quindi sembrerebbe potersi conchiudere, rispetto alle nuove combinazioni chimiche che si formano nella unione dei componenti delle pozzolane con la calce per comporre il cemento atto alle costruzioni in acqua dolce: 1° Che il protossido di ferro, esposto ad una moderata calcinazione, passando a sesquiossido funzionerebbe da acido, costituendo, per la presa del cemento in contatto dell'acqua, *un ferrito di calce idrato* (6). Si spiegherebbe così ancora la osservazione del Dufrénoy, cioè che *le argille o pozzolane artefatte calcinate a troppo alta temperie diventano inerti*; avvenendo allora che parte del perossido di ferro, da esse contenuto, si cambia di nuovo in protossido formandosi un sale (*ferro ossidulato*), il quale è indifferente. 2° Che eseguita la estinzione della calce grassa col metodo ordinario, versandovi la pozzolana ridotta in polvere, se i componenti sono nelle richieste proporzioni, la malta risultante dovrà far presa anche sotto l' acqua perchè forse il silicato di allumina e l' idrato di calce si trasformerebbero nelle nuove combinazioni chimiche di *alluminato di calce idrato e di silicato di calce idrato*, le quali concorrebbero ancora a fare fortemente aderire le pietre nelle idrauliche costruzioni (7).

Caserta Ottobre 1851.

(3) *Annali delle Opere pubbliche e dell' Architettura*, Nap. 1850 pag. 91.

(4) *Traité de Minéralogie*, Tome 3, Paris 1847, p. 258 e 259.

(5) Opera citata, Volume 2° p. 241.

(6) Si legga la descrizione della nuova combinazione chimica di sesquiossido di ferro e di calce ($4\ CaO$, Fe^2O^3), rinvenuta dal signor Pelouze, e da lui addimandata col nome di *ferrito di calce* (*Institut de France*, 23 luglio 1851).

(7) Nel *Sunto delle conoscenze positive attuali circa le malte ed i cementi calcarei* del Vicat. (Prima versione italiana, Napoli 1836, p. 108), questo autore così si esprime: « Si sono per lunga pezza attribuite alla presenza del ferro le virtù idrauliche delle pozzolane; i nostri sperimenti sulle argille non ferruginose han fatto abbandonare siffatta opinione. *Si avrebbe purtuttavolta torto di conchiuderne, che nelle pozzolane rosse il ferro sia assolutamente passivo*; ma ciò che v' ha di certo si è, che la sua presenza non è indispensabile, poichè esistono pozzolane molto energiche che non ne contengono atomo. »

Mentre posteriormente in un altro lavoro (*Annales des Ponts et Chaussées*, 1849) lo stesso signor Vicat afferma che « Chaptal, fondandosi sopra analisi molto inesatte, attribuì alla efficacia del perossido di ferro, che credè trovare in maggior quantità nella sua pozzolana artefatta ed in quella di Roma che nella pozzolana del Vivarese, le differenze osservate in favore delle due prime, e da quell' epoca stessa sembra abbia preso origine la *falsa opinione*, che ha lungo tempo prevaluta presso gl' ingegneri, della influenza utile del perossido di ferro nelle pozzolane . . . »

Ora in quasi tutte le analisi delle varie maniere di argille da pozzolana, che dagli autori si riportano, si trova una certa proporzione di ossido di ferro; che se in alcune non si rinviene una quantità sensibile di tale ossido metallico, deve ciò come rara eccezione ritenersi.

Applicazione dell' elettromagnetismo nella locomozione sulle strade di ferro e nelle trasmissioni di movimento

PE' SIG. AMBERGER, J. NICHLÈS E CASSAL.

(Technologiste.—Giugno 1851.)

L' idea di aumentare l' aderenza delle ruote motrici delle locomotive, occupa da molti anni i meccanici; se essi non sono perfettamente riusciti, o almeno se non sono riusciti nel caso in cui si tratta di far salire a' convogli delle pendenze di un certo grado d' inclinazione, ciò dipende forse da che essi si sono troppo esclusivamente ristretti alla loro scienza: la meccanica.

Nelle ricerche che noi esporremo in poche parole, noi ›biamo impiegato un agente puramente fisico, l' elettro-agnetismo, per produrre l' adesione. L' idea di questa ›plicazione è del sig. J. Nicklès; essa è stata provocata ı' sig. Amberger e Cassal che lo hanno consultato intorno l'aiuto che le scienze fisiche potevano somministrare nella luzione di questo problema dell' aderenza.

La prima esperienza che noi facemmo con tale scopo ci ı immediatamente dimostrato la possibilità di questa ap-licazione.

L' apparecchio che ha servito a questa esperienza con-ste in un telaio di ferro mobile su quattro ruote accop-iate alle quali si trasmette un movimento di rotazione ɜr mezzo di un peso determinato che agisce sulle ruote modo del vapore. Un altro peso fissato all'estremità del ırretto, per mezzo di una corda, rappresenta la resistenza il convoglio da trasportare.

Questo carro era situato sopra un cammino di ferro ɜl quale noi potevano far variare la pendenza.

La prima esperienza fu fatta sopra una pendenza di 80 ıillimetri per metro; l' apparecchio era in equilibrio e uando si abbandonavano i pesi motori a sè stessi, essi agi-ano sulle ruote, ma senza farle avanzare; le ruote gi-ıvano sopra sè stesse senza cangiar posto; allora noi fa-emmo intervenire una elettrocalamita in forma di ferro i cavallo, messa a cavalcioni sulla via, in modo che i suoi oli fossero separati per tutta la distanza che separa le otaie.

I poli di questa calamita erano a 4 millimetri circa dalla otaia sulla quale dovevano agire; appena si fu chiuso l circuito, che il carro fino allora in equilibrio partì come ına freccia e percorse la salita in un batter d' occhio.

Sin d' allora il problema di aumentare l'aderenza delle uote motrici di una locomotiva, senza aumentare il peso ıateriale di quest' ultima, si trovò risoluto in piccolo; ı questo stato però questa dimostrazione costituiva solo ına interessante esperienza di fisica senza utilità imme-iata.

Il concorso generoso e disinteressato di uno degli uo-ıini più competenti in tutto ciò che concerne le strade errate, ci ha permesso di tentare l'applicazione in grande. ›enza riferire qui i saggi numerosi che dovemmo fare a uesto riguardo, noi esporremo in poche parole il pro-edimento al quale ci siamo arrestati e che secondo il pa-ere di tutte le persone che conoscono la materia è tal-nente semplice che può essere immediatamente applicato ılle locomotive e confidato alle mani meno esperte.

Nell' esperimento indicato di sopra, si vede che noi ıbbiamo usate calamite agenti a distanza sulle rotaie, ›d esercitanti per conseguenza un' azione paragonabile a quella degli aumenti di carico adoperati nella pratica at-uale delle strade ferrate per dare l'aderenza. Questa pres-sione magnetica avea sulla pressione per mezzo di pesi il vantaggio incontestabile di poter esser soppressa appena non era più necessaria, ma essa richiedeva una spesa sup-plementare di vapore finchè era in azione; giacchè è in-contrastabile che l' adesione così prodotta non era circa che il decimo della potenza della quale le nostre cala-mite erano capaci alla distanza di 4 millimetri.

Questa considerazione unita alla gran perdita che le cala-mite elettriche soffrono quando agiscono a distanza sul fer-ro, ci ha indotti a ricercare i mezzi di concentrare, al punto di contatto, la potenza magnetica della quale fino allora noi perdevamo una proporzione tanto considerabile.

Per risolvere questo novello problema, è stato mestieri uscire dal modo di costruzione usato per le calamite elet-triche, e giungere a produrre tali calamite delle quali i soli gomitoli di filo metallico fossero fissi; in una pa-rola ad ottenere delle *calamite elettriche a poli mobili.*

Ecco il modo col quale noi operiamo: alla parte infe-riore di ciascuna ruota motrice, noi adattiamo un gomi-tolo di filo di rame convenientemente isolato; l' ossatura di questo gomitolo è di ottone; essa è fissata al telaio della locomotiva e disposta in modo che la ruota possa gi-rare liberamente nel suo interno e senza toccarla. Questo gomitolo è allungato e formato di circa 250 metri di filo; esso è congiunto con l' altro gomitolo dello stesso convo-glio come lo sono i gomitoli di una calamita elettrica or-dinaria.

Le due ruote hanno dunque due poli differenti riuniti dall' asse, in modo che si può dire che il nostro modo di produrre l' adesione consiste nel trasformare la locomo-tiva in una calamita elettrica.

I quarti delle ruote avendo 13 centimetri di larghezza, noi otteniamo così una superficie calamitata di uno sviluppo tale che non è frequente ne'laboratorî di fisica. Tutta l'a-zione si concentra sulla parte di superficie che si trova compresa nel circuito; al disopra de' gomitoli il magne-tismo decresce rapidamente e diviene anche nullo prima an-cora che si sia raggiunto il lato della ruota che è dia-metralmente opposto al punto di contatto.

Con sedici pile a carbone prismatico, operando sopra ruote di locomotive di $1^{m}.10$ di diametro, e sopra una pendenza di 200 millimetri a metro, noi otteniamo con due ruote non sopraccaricate un effetto magnetico che pro-duce 450 chilogrammi di aderenza, rappresentanti, per un medio, 4 500 chilogrammi di aumento di carico.

Esperienze fatte sopra una sì grande scala ci han per-messo di produrre effetti su' quali abbiamo chiamata l' at-tenzione dell' Accademia delle scienze.

La velocità di rotazione, qualunque possa essere, non nuoce all' effetto magnetico, e ciò si comprende quando si considera la velocità di propagazione dell' elettricismo e l' operare istantaneo della sua azione magnetizzante.

Sopra un piano di ferro orizzontale, secco e perfetta-mente pulito, lo sforzo necessario per fare scorrere una

calamita elettrica sta sensibilmente a quello che si deve adoperare per distaccarla verticalmente, come lo scorrere su questo piano di una massa di ferro non calamitata sta al peso di questa massa.

Non è più lo stesso su' piani inclinati; mentre il coefficiente dell' attrito della massa di ferro diminuisce sino al punto di divenir nullo, l'adesione magnetica rimane la stessa; e ciò si comprende dappoichè la risultante delle azioni che una calamita produce sul piano di ferro è perpendicolare a questo piano, mentre che la massa che agisce pel solo suo peso, esercita la sua azione nella direzione della gravità.

Così, sulle strade ferrate in pendio, una parte del sopraccarico destinato a produrre l'adesione è non solo perduta per questa, ma agisce ancora in un modo sfavorevole, per ciò che obbedendo all' azione della gravità, tende a far discendere il convoglio; al contrario, l' aderenza magnetica è la stessa, qualunque sia l'inclinazione della salita.

Le perturbazioni atmosferiche, le nebbie, ec., che nuocciono tanto all' adesione prodotta da' pesi, non influiscono sensibilmente sull' aderenza magnetica; quest' ultima è ancora la stessa tanto se le rotaie sono umide quanto se sono secche. Infine una locomotiva a ruote calamitate non richiede maggior forza per muoversi che una locomotiva le cui ruote sono allo stato normale. Di più, la prima altera meno le rotaie giacchè le attira a sè e nello stesso tempo le mantiene pel suo peso, mentre la locomotiva a ruote non calamitate gravita di tutto il suo peso sulle rotaie, e niente in questo caso tende a neutralizzare gli effetti di questa pressione. La batteria galvanica che ci serve a calamitare può essere messa ancora a profitto altrimenti durante il cammino del convoglio. Così essa può servire a mettere in attività un freno (*elettro-freno*) vera calamita elettrica che offre sul freno ora adoperato il vantaggio di agire esclusivamente sulle rotaie, mentre i freni ora in uso portano tutta la loro azione sulle ruote, rallentando la velocità di rotazione, le arrestano anche talvolta, d' onde risulta per queste ruote una ineguaglianza di consumo che ha per conseguenza immediata l' inconveniente di renderle poligone.

L' *elettro-freno* non richiede per esser messo in attività più tempo e cure che la produzione dell' adesione magnetica; l'uno e l' altra possono esser determinati, a volontà dal conduttore della macchina, per mezzo di un manubrio che egli volta a destra o a sinistra secondo la specie di effetto che vuol produrre.

Infine, durante la notte, le pile disponibili possono servire a produrre luce ed a dar segnali.

Notizia intorno a' telegrafi elettrici adoperati in Inghilterra

pel sig. Carlo V. Walker, Direttore de' telegrafi elettrici della strada ferrata *South-Eastern*

Voltata in italiano con note da R. Rubini (a).

1. *Introduzione.* —Nel *manuale di Elettrotipia* (b) ci occupammo principalmente dello studio dell' azione delle correnti voltaiche nel loro passaggio a traverso le soluzioni acquose di taluni sali metallici. Coteste soluzioni in questa maniera trattate patiscono delle scomposizioni, e danno i loro elementi secondo leggi stabilite: col vantaggio di queste leggi, trovammo esser agevole il disporre talmente i nostri apparecchi da estrarre dalla soluzione i metalli in essa contenuti, ed aggregarli sotto forme determinate ed in masse compatte.

2. Le correnti voltaiche però godono di altre proprietà, oltre quella qui innanzi indicata; e talune di esse accennammo allora nella introduzione di quel manuale. Ma non si discorse della proprietà sulla quale si fonda la costruzione de' telegrafi elettrici, cioè *l' attinenza tra la corrente voltaica e il magnetismo.*
Or nel presente argomento, è di somma importanza l' aver talune generali conoscenze intorno a cotesta relazione; e però andremo a mano a mano dichiarando tre importanti strumenti che vanno insieme connessi nella formazione d' un telegrafo elettrico; sono questi la PILA VOLTAICA, il GALVANOMETRO, e la CALAMITA TEMPORANEA.

3. PILA VOLTAICA. — Il motore, ovvero la sorgente della forza adoperata per trasmettere i segnali è semplice, e di facile maneggio. In altro non consiste che nella riunione di *zinco*, *rame*, e *acido solforico diluito,* contenuto in appositi vasi, e di alquanta sabbia silicea, che non ha alcuna parte attiva, ma serve solo per prevenire il riversamento del liquido.

(a) Per aderire alle richieste di molti nostri associati che desideravano ragguagli particolarizzati intorno allo stato presente di un' applicazione scientifica, che ha prossima relazione con gli studî dell' ingegnere, ci siamo determinati a qui pubblicare questa Notizia, che ci è stata gentilmente comunicata dal traduttore sig. Rubini. Giova intanto avvertire che essa formava parte di una collezione di manuali di recente pubblicati in Inghilterra di simili svariate applicazioni, e che però vi si trovano sommariamente accennate alcune nozioni elementari di fisica, che son certamente ovvie alla maggior parte de' nostri lettori, ma che non abbiamo creduto opportuno di sopprimere per la loro brevità. L'articolo su' telegrafi elettrici del Technologiste da noi già riportato (pag. 55) può riguardarsi come il complemento di questa Notizia.

(b) Pubblicato nella stessa collezione.

Svariate posson essere le combinazioni voltaiche ; ma i qualsiasi modo, si richiede sempre la combinazione di e cose , una delle quali , almeno , dev' esser un liquio ; le altre due , negli usi pratici , sono generalmente ietalli : negli usi più comuni la combinazione *ternaria* è itta di due liquidi ed un metallo , ma essa non ha che oca energia.

Se numerar si volessero tutte le *possibili* combinazioni oltaiche , sarebbe lo stesso che ricapitolare tutte le svaiate alternazioni e combinazioni che far si possano con iresso che tutti i corpi semplici e composti che si trovano iel laboratorio d' un chimico ; il che ci allontanerebbe lal nostro proposito. E volendo numerar le molte combiiazioni voltaiche *pratiche*, col qual nome intendiamo quelle :he ci forniscono di abbondante quantità di forza elettri:a , dovrebbesi formarne un trattato a parte. Talune di isse sono state da noi descritte nel *Manuale d'Elettrotipia*; le altre possonsi trovare descritte in molti de'recenti trattati , che si versano sulla elettricità voltaica. Lasciando intanto alla curiosità del lettore il cercare altrove più estesi ragguagli, che possa egli desiderare intorno a questo argomento, ci contenteremo per l' attuale nostro scopo, dare la descrizione della più semplice combinazione; poichè , come spesso avviene , una combinazione semplice è sempre superiore a qualunque altra. Esponiamo qui la descrizione d' una semplice coppia voltaica , così come l' abbiam data nell' opera mentovata.

» Se un pezzo di zinco ed un altro di rame siensi attaccati il primo ad un estremo ed il secondo all' altro estremo d' un filo metallico , e così disposti si tuffino in un vaso, contenente acqua acidulata con acido solforico, si formerà una *semplice coppia voltaica* in azione.

» Dipende quest' azione dalla diversa affinità chimica del liquido pei metalli rispettivi ; essa nel caso attuale attaccherà meglio il zinco che il rame , e l' acqua (che si sa bene consistere di due gas , ossigeno , cioè , ed idrogeno chimicamente combinati) si scompone ; l' *idrogeno* si svolge sulla superficie della lamina di rame, in forma di gas ; l' *ossigeno* si combina col zinco e forma un *ossido di zinco* ; quest' ossido, sciogliendosi, si unisce all' acido solforico , e forma un *solfato di zinco*. Azioni a questa analoghe han luogo in ogni combinazione voltaica. Il liquido eccitante ha *maggiore* affinità per uno piuttosto che per l' altro metallo. Il primo si addimanda metallo *positivo* , e metallo *negativo* il secondo.

» Durante la combinazione chimica , un trasporto di elettricità si stabilisce tra i due metalli. La elettricità positiva passa dal zinco al rame , attraversando il liquido ; e quindi dal rame continua il suo corso sul filo metallico col quale i due metalli son congiunti, e ritorna allo zinco. Spezzando il conduttore metallico, la corrente elettrica s'interrompe, e gli effetti chimici , per quanto concerne l' elettricità, cessano all' istante; l' idrogeno cessa dallo svolgersi sulla lamina di rame, e lo zinco (se è puro o amalgamato) non più si scioglie.

5. Vedesi da ciò che, formata la combinazione, la forza *voltaica* può operare o cessar dall' agire , secondo che la congiunzione de' tre componenti è completa o pur no. Ciò meglio intendesi considerando questi tre elementi disposti l' uno accanto all'altro, in modo da formare un triangolo, come Δ ; il lato sinistro essendo formato dal rame, il destro dallo zinco e la base dallo strato di acido solforico. Finchè questo triangolo è completo , in modo cioè che i lati sien continui e si tocchino negli angoli , la corrente si muove continuamente, girando pel triangolo, e secondo l' attuale disposizione la direzione del suo moto è analoga a quella d'un indice d'oriuolo, nel suo moto ordinario. Ma se avvenga che in un istante, uno de' lati, e sia lo zinco , il rame o il liquido, si rompa, o pure che sia separato dagli altri due, tosto la forza cessa dal muoversi. Se, per esempio, un pezzo d' avorio , di legno, di vetro o di un altra sostanza qualunque , attaverso la quale la corrente non può passare , s' interponga al vertice tra i due metalli, ogni azione è arrestata ; però rimanendo al suo posto l' avorio, possiamo rinnovar l' azione, congiungendo gli estremi d' un filo metallico , l' uno col zinco , l' altro col rame. Con questa condizione il filo acquista nuove proprietà , che anche su piccoli apparecchi possono appalesarsi , mercè ordinarie sperienze ; ma aumentando le dimensioni di questi apparecchi talmente da moltiplicare ed ingrandire gli effetti , questi si manifestano in modo assai spiccato. Una della proprietà del filo , posto in tali circostanze, quella si è di possedere una forza magnetica; la quale converte il ferro o l'acciaro in *calamita*, e può *mettere in moto* l' acciaro *già calamitato*.

Passiamo ora a vedere in che maniera trattar il filo, e come moltiplicare ed ingrandir la forza che esso possiede , a fine di ottener questi effetti , che sono i due che si van cercando ne' telegrafi elettrici. Acquista il filo la proprietà magnetica, sia esso lungo o corto, d'un miglio, per esempio, o di un pollice ; ma i suoi effetti son modificati variando la sua lunghezza. In ogni caso devesi il filo considerare come una resistenza che si deve vincere, e quanto più *lungo* o più *sottile* esso è, tanto *maggiore* è l' ostacolo. Cotesto ostacolo , ovvero questa resistenza non influisce sulla *velocità* con la quale la forza si muove, e ciò è di somma importanza per noi ; esso non fa che ridurre la *quantità* di quella forza e diminuir così gli effetti. Ancora , qualunque sia il valore di questa forza in un punto qualsivoglia del circuito, essa è la stessa in qualunque altro punto ; e quindi, se in qualche parte del circuito si accresca la sezione del filo , la resistenza totale viene a diminuirsi , e *maggior quantità* di forza passa *da per tutto* nel circuito, in un tempo dato. Se il filo che congiungeva i due metalli nella sperienza precedente fosse piegato così ∧ , la forza passerebbe per un lato correndo al vertice , e da

quivi scenderebbe per l' altro lato ; ma se un altro filo di egual sezione fosse incrocicchiato col primo come in A, una parte soltanto della forza passerebbe pel vertice, l'altra seguirebbe la via più corta ; e, in tutto, ne passerebbe più in questo caso che nel primo. Se il pezzo incrocicchiato formasse con gli altri due un triangolo equilatero , due terzi passerebbero per questo triangolo , e l' altro terzo passerebbe pel vertice.

6. Una sola coppia dicemmo esser sufficiente nel maggior numero da' casi di elettrotipia , ma l' effetto che vuolsi ora conseguire, e la gran distanza tra la forza e il luogo in cui quest' effetto devesi ottenere, richiedono una serie di coppie. Se de' pezzi di zinco e rame si congiungono in coppie , e queste varie coppie si pongono dentro vasi , in modo che il zinco di una coppia si trovi in uno de' vasi , e il rame nel vaso seguente , ciascun vaso conterrà il rame d' una coppia e il zinco d' un' altra ; se dippiù i metalli non si toccano , e si versi dell' acqua acidulata in ciascun vaso, si avrà così una serie voltaica. Congiungendo gli estremi di questa serie con un filo metallico , come innanzi fu detto (§. 5.) la forza circola , e potremo in tal modo vincere un ostacolo maggiore di quello che si vincerebbe con una coppia ; così che potremo frapporre una maggior lunghezza di filo , ed ottenere tuttavia una forza utile attraverso ogni parte del circuito. La forza d' una sola coppia non che quella d' una serie di coppie può esser espressa da una formola. Questa per una sola coppia è $F = \frac{E}{R}$, essendo F la forza che circola, E il valore effettivo , ovvero il potere elettromotore della particolare combinazione impiegata , ed R la resistenza de' tre lati del triangolo , il zinco , cioè il rame e l' acido. Aggiungendo un filo metallico alla coppia la resistenza viene ad aumentarsi , e l' equazione diviene

$$F = \frac{E}{R + r}$$

, ove r rappresenta la resistenza del filo metallico , e però quanto più grande è questa resistenza , o il valore di r , tanto più piccolo è quello di F. Accrescendo il numero delle coppie nella serie , veniamo a moltiplicare la forza elettromotrice nella stessa ragione ; ma nel tempo stesso viensi a moltiplicare la resistenza di ciascuna coppia pel numero di esse ; e lasciando tuttavia il medesimo filo in congiunzione, l' equazione diviene $F = \frac{n E}{n R + r}$, dinotando n il numero delle coppie , o elementi.

Il valore che dà per F quest' ultima formola è maggiore di quello che dà l' altra superiormente scritta , e ciò perchè r, ossia la resistenza del filo, è rimasta inalterata ; potremo dunque moltiplicare r per n e ridurre così l' ultima formola al medesimo valore della prima : in altri termini, possiamo accrescere la lunghezza del filo nel circuito, ed aver pure lo stesso effetto. Quindi a norma che cresce il circuito conviene aumentar il numero degli elementi. Le sole sperienze determinano coteste relazioni , in ciascun caso particolare. Aggiungiamo che, mentre la resistenza è in ragion diretta della lunghezza del filo, è nella inversa della sezione del filo medesimo; e lo stesso avviene in ordine alla resistenza di ciascuna coppia. Laonde per comprendere in una sola formola tutti gli elementi della questione bisognerà scrivere così:

$$F = \frac{n\,E}{\frac{n\,R\,D}{S} + \frac{nl}{s}}$$

ove D rappresenta la distanza tra la lamina di zinco e quella di rame ; S dinota l' area della sezione di tali lamine ; l la lunghezza ed s l' area della sezione del filo in congiunzione. Si vede da quest' ultima formola che il valore della forza elettromotrice F *aumenta* con E, n, S, s; e *diminuisce* , crescendo R , r , D , ed l.

7. *Batteria del telegrafo.*—Si è chiamata impropriamente batteria (*battery*) , in Inghilterra , una serie di coppie voltaiche , ed anche noi conserveremo questo nome. Quella del nostro telegrafo, si compone d' un gran truogolo , fatto di legno duro , o di quercia , lungo , generalmente , 30 pollici e largo 5 $\frac{1}{2}$; esso è diviso in ventiquattro scompartimenti o cellule , mercè lastre di lavagna , situate a tale distanza l' una dall'altra, da dare a ciascuna cellula una grossezza di circa un pollice ed un quarto. Abbiamo ancora de'truogoli più piccoli, di dodici cellule, come si vede nella fig. 3, tav. III; ma quale che sia giova stagnare il truogolo con cemento o vischio marino (1). Le lamine metalliche sono di 4 pollici e $\frac{1}{2}$ per 3$\frac{1}{2}$; il zinco ha una grossezza di $\frac{3}{16}$ di pollice; e una lamina è congiunta all' altra da una striscia di rame d' un pollice di larghezza e ribadita pe'suoi estremi su ciascuna di esse lamine. Una sola lamina di zinco comincia la serie , e un' altra sola di rame la finisce , come vedesi nella figura. Le parti superiori di ciascuna coppia sono inverniciate, a fine di tenerle nette, e proteggerle contro la corrosione. Ognuna di esse è posta a cavalcione su una delle lastre di lavagna, che

(1) Per formare questo vischio, o colla che si voglia dire, si prendono 450 grammi , in circa , di gomma elastica , e si pongono in dissoluzione in 18 litri d' olio essenziale di catrame. Dopo che la gomma elastica si è sciolta, e che si è formato del mescuglio una maniera di pasta, piuttosto liquida, si aggiungono due parti, in peso, di gomma lacca, per ogni parte della soluzione. Fatto ciò si riscalda tutto il composto e si fonde in lamine. Quando si vuole adoperarlo convien che la temperatura sia di circa 120°. *Nota del Traduttore.*

ormano lo scompartimento, per modo che tante saranno le oppie metalliche, quante queste lastre, e talmente son lisposte da presentar le lamine dello stesso metallo tutte ier un verso rivolte. Le cellule da un pollice al di sotto ella cima sino al fondo, sono piene di sabbia silicea, a quale facilita il trasporto della batteria carica da un uogo ad un altro, essendo che vi si versa tanta acqua cidulata quanta è sufficiente a saturar la sabbia. Serve uesto eziandio a moderare qualche sinistra azione che otrebbe svolgersi tra il metallo e l'acido. Il signor W. 'othergill Cooke, patentato, è stato l'inventore di questo sitema. La soluzione acida è composta d'una parte di acido olforico e quindici parti di acqua. Io preferisco aumentar il numero delle lamine, per un dato lavoro, e usar soluzione debole, anzi che impiegar forti soluzioni e poche lamine. L'ultima lamina di zinco e l'ultima di rame sono assicurate alle pareti laterali del truogolo, mercè due appendici ovvero orecchie di rame, dalle quali partono i fili che congiungono la batteria col telegrafo. Varia il numero delle cellule secondo la distanza tra le stazioni; ne usiamo 24 per le brevi distanze di dieci in cinquanta miglia; pel telegrafo da Tonbridge in sopra e in sotto della linea, che si contano quaranta in sessanta miglia, abbiamo quarantotto cellule; per quello da Dover a Londra sessantadue. Abbiamo in questi casi più forza di quel che ce ne abbisogna; ma si prevedono così le perdite che possono avvenire per difetto d'*isolamento*, del quale sarà tra poco detto.

8. *Amalgamazione.* — Il zinco delle pile è amalgamato, ovvero ha la sua superficie impregnata di mercurio. Si esegue praticamente l'amalgamazione, lavando le lamine di zinco nell'acqua acidulata, e immergendole quindi in un truogolo contenente mercurio, ove si fanno stare per un minuto circa; poscia si dispongono in modo da farne sgocciolare il mercurio superfluo. Soglio io darle un secondo bagno acido ed un altro mercuriale. Dopo cotesta operazione le lamine sono in istato da poterne fare uso. Quando invecchiano o divengono esauste, si rimandano all'officina, ove si smontano e si nettano i metalli; dopo di che si torna ad amalgamare lo zinco, per usarne in seguito.

9. Le batterie nuove, quando sono con diligenza disposte e avendone cura, posson fare il loro ufficio per sei o otto mesi, se il lavoro non richiede molta forza; e nettandole della sabbia con un getto d'acqua, e riempiendole di nuova sabbbia, sonosi esse conservate per dieci o dodici mesi, o anche di più, senza aver avuto il bisogno di nuovamente amalgamarle. In una Memoria, presentata all'Istituto Reale, il 29 maggio 1847, detti una lista di settanta di queste batterie, che trovavansi in varie stazioni telegrafiche, prese ad azzardo, col numero delle settimane per le quali ognuna aveva prestato il suo servizio; eccone l'estratto:

2 avevano operato . . .	24	settimane
3	23.6.7	»
2	32.4	»
2	35.	»
4	36.	»
1	38.	»
2	41.2	»
1	52.	»

I telegrafi sulla strada ferrata *South-Eastern*, di 180 miglia e 47 stazioni, lavorano con 2 200 coppie di quelle descritte; e tutto il sistema di telegrafi del Regno Unito ne impiega circo 20 000. (2).

Abbiamo veduto che il pezzo d'avorio frapposto al vertice del triangolo (§. 5.) *arrestava* la forza, ed un filo metallico la rianimava. L'avorio ed i metalli son tipi di due grandi classi in che tutti i corpi sono divisi, *conduttori* cioè e *non conduttori* dell'elettrico. Sonovi buoni e cattivi conduttori, o meglio *isolatori*, come si è solito di appellar questi ultimi. Nella formazione d'un telegrafo adoperiamo varie specie di ciascuna classe; i conduttori per trasportar la forza là dove è destinata, gl'isolatori per impedir che essa devii dal cammino assegnatole. Passiamo ora ai mezzi atti a render la forza voltaica propria ai nostri bisogni.

10. Galvanometri.—La reciproca azione, di che fu detto (§. 5) tra la forza voltaica e la calamita è di natura tale che l'una tende a deviar l'altra, per prendere una posizione scambievole ad angolo retto, ovvero disporsi in croce così +; se, per esempio la forza voltaica (che in altre circostanze è stata chiamata *corrente*) si muove da oriente ad occidente, la posizione d'equilibrio per la calamita è da settentrione a mezzogiorno, e se la energia o forza della corrente contrabbilanciasse la forza ed il peso della calamita, e che una di esse avesse la libertà di muoversi, quella posizione relativa avrebbe effettivamente luogo. Se, da una parte, la calamita sia pesante poderosa e fissa, e la corrente attraversi un filo sottile, tanto leggiero da potersi liberamente muovere, la corrente si muoverà, trasportando il filo, e riducendolo ad una posizione perpendicolare alla direzione della calamita; se, d'altra parte, la calamita sia piccola e leggiera, come un ago da bussola, mentre una forte corrente le passa dappresso lungo un filo metallico fisso e d'una certa grossezza, la calamita sarà quella che si muoverà e prenderà la posizione perpendicolare anzidetta. In entrambi i casi il risultamento è lo stesso; la corrente e la calamita tendono a prendere definitivamente la posi-

(2) Questo numero attualmente è di gran lunga cresciuto, e va semprepiù crescendo per nuove linee telegrafiche che tutto dì si stabiliscono. *N. d. T.*

zione ed angolo retto. Nell' applicazione pratica di questo principio, s' incontrano delle difficoltà nel render fissa la calamita e mobile la corrente; così che negli usi pratici, e in tutti quelli che dalla precedente dipendenza posson derivare, si fa in modo che la corrente resti fissa e devii un dilicatissimo ago magnetizzato.

11. La *direzione* che cotesto deviamento prende secondo talune ben note leggi, è da un lato o dall' altro, a norma che varia la corrente, o secondo che si osserva sul polo boreale o sull' australe dell' ago. Un sol caso, può servire come di dichiarazione, per tutti gli altri, in circostanze simili. Immaginate di trovarvi nel centro d' una spaziosa stanza, e circondato da aghi magnetici in varie direzioni disposti; taluni in bilico orizzontalmente e coi loro estremi rivolti l' uno a settentrione l'altro a mezzogiorno; altri mobili intorno a dilicati assi orizzontali, e diretti verso il suolo con inclinazione prossimamente verticale; altri variamente sospesi in piani verticali; chi sul pavimento, chi sospeso alla volta, chi sulla mobilia e chi sul muro. Supponete quindi una poderosa corrente voltaica *scender* dal tetto, attraversar la vostra persona dal capo ai piedi, e andar nel pavimento; l' effetto che questa corrente produce sarà uno per tutti gli aghi, quale che sieno le loro posizioni o i modi di sospensione, e sarà propriamente quello di far muovere il polo nord di ciascuno a dritta di chi lo guarda. Se non si conoscesse anticipatamente la giacitura de' poli d' un ago, sarà sufficiente osservare quale dei due poli passa a destra di chi lo ha di rimpetto, in circostanze analoghe alla precedente, per assicurarsi esser quello il polo nord. Così pure basterà osservare se una corrente faccia muovere il polo nord d' un ago a destra o a sinistra per conchiuderne esser quella corrente discendente nel primo caso, ed ascendente nel secondo.

12. Tornando al caso d' un solo ago, poniamo che sia AB (fig. 1) una solida striscia di metallo, dietro la quale siavi sospeso un ago magnetico NS, che sia verticalmente disposto nella sua posizione d' equilibrio. Se ora una corrente si faccia scender pel metallo da A a B, nella direzione dello strale, l' ago devierà, prendendo la postura N S, e il suo polo nord sarà passato a destra, come lo indica la figura. Crescendo la forza della corrente, cresce eziandio il deviamento, sino a che l' ago non abbia preso la giacitura N'S', perpendicolare alla direzione della corrente, nella quale si ferma, comunque si voglia accrescere la forza della corrente. Se il pezzo di metallo fosse protratto e piegato a forma di U, come si vede nelle linee punteggiate nella figura, e che la corrente non fosse separata in B, ma continuasse il suo corso volgendosi verso sopra, come lo indica lo strale punteggiato C, allora la porzione di corrente BC agirebbe sull' ago nel modo stesso con cui agisce la porzione AB; e poichè essa è *ascendente*, il polo nord, guardato dalla corrente BC, si muoverebbe a *sinistra*. Ma questa direzione è pur quella impressa da AB; quindi l' effetto totale delle due porzioni di corrente si riunisce per aumentare il deviamento dell' ago.

13. *Moltiplicatore.* — Continuando in questo modo a far passare più volte di seguito la corrente intorno all' ago accresciamo l' effetto. Si consegue questo scopo in pratica, adoperando un filo di rame coverto di cotone o di seta, e avvolgendolo sopra un telaio o sopra un rocchetto (3) che circondi l' ago; cotesto strumento, per la proprietà che ha di fare agire la corrente molte volte sull' ago, è stato denominato *moltiplicatore*, e moltiplicatore di Schweiger dal nome del suo inventore: ordinariamente l' ago ed il moltiplicatore son disposti in sito orizzontale; e, secondo gli usi ai quali è destinato, si costruisce il moltiplicatore con una maggiore o minor lunghezza e con una maggiore o minor grossezza del filo metallico; adoperandosi breve e grosso filo per le forti correnti, e lungo e sottile per le deboli; poichè una corrente vigorosa ha bisogno di passar meno volte intorno all' ago per produrre lo stesso effetto di una corrente debole. Lo strumento è munito d' un cerchio graduato, e il deviamento che in esso avviene dà una idea del valor relativo della forza della corrente, ed è perciò che si è addimandato *galvanometro.* Il valore relativo delle differenti forze non è però proporzionale al solo angolo di deviamento, anche ne' casi più semplici.

I valori relativi delle forze si possono ottenere con metodi indiretti, taluni de' quali passiamo qui ad esporre.

14. *Bussola galvanometrica di Jacobi* — Si compone questo strumento d' un solido filo di rame che passa immediatamente al di sotto d' un ago magnetico lungo due pollici, ed è munito d' un cerchio graduato. Esso non può esser impiegato per correnti deboli. Se ne ottengono i valori relativi delle forze voltaiche, osservando i rispettivi angoli di deviamento indicati dall' ago, e *moltiplicando* quindi *il seno per la tangente dell' angolo.* Cotesti valori ottengonsi dietro un semplice calcolo trigonometrico; ma per i primi 20° o 25° del quadrante, i detti valori sono prossimamente proporzionali ai *quadrati degli angoli*, che in tali casi, possono essere adoperati senza errore.

15. *Galvanometro delle tangenti* (4)—Nella sua più semplice forma questo secondo galvanometro non differisce dal pre-

---

(3) La forma de' moltiplicatori può essere 1° un telaio rettangolare su due lati opposti del quale passa il conduttore o filo metallico; 2° un anello, o meglio una maniera di carrucola vuota nel mezzo, e sulla cui gola va avvolto il filo; 3° un rocchetto ovvero un cilindro con le basi più ampie sulla cui superficie si avvolge il conduttore. *N. d. T.*

(4) O anche *bussola delle tangenti. N. d. T.*

›dente , se non dal perchè in luogo d'un filo, è munito 'un nastro metallico , d' una larghezza non minore del uadruplo della lunghezza dell' ago , il qual nastro dà assaggio alla corrente al di sotto dell'ago calamitato. Ove a corrente sia di tal natura da esser adoperata cotesta isposizione , l'espressione del valore della forza diviene emplicissima , essendo essa proporzionale alla *tangente* ell' angolo di deviamento, e che perciò può trovarsi alla ola ispezione dello strumento , con le tavole delle tanenti naturali , senza ricorrere a calcolo.

Comunemente, il nastro metallico si avvolge intorno ll'ago a modo d'anello , o cerchio, d'un piede o un iede e mezzo di diametro , che serve a trasportar la orrente, ed il cortissimo ago magnetico si adagia sopra n sostegno ed in modo che il centro dell'ago cada in quello el cerchio. Se invece di questo nastro si adopera un filo i rame coverto di seta e conformato in cerchio ripetutanente avvolto, il galvanometro acquista maggior sensiilità. Per le sperienze più dilicate, ove questo strumento ion possa adoperarsi, abbiamo ancora il seguente

16. *Galvanometro de' seni* (5). Questo terzo galvanometro, ome i due dinanzi descritti , ha esso pure un ago da ussola ed un cerchio graduato ; ma è dippiù munito di n *moltiplicatore* formato di filo metallico coperto di seta avvolto intorno alla scanalatura praticata sulla convessità 'un anello ; la lunghezza e il diametro del filo son due cose ipendenti dal valor della forza messa ad esame. Il moliplicatore è *mobile intorno al suo asse* ; esso e l' ago ono disposti entrambi nel meridiano magnetico ; quando a corrente è in moto e l' ago è deviato , *si fa muovere l moltiplicatore dietro all' ago* ; e quando lo ha raggiuno , e che insieme coincidono in direzione , allora si sserva l' angolo. Il valore della forza è proporzionale l *seno di quest' angolo*, e può, per questa ragione , esser alutato mercè le sole tavole dei seni naturali , e senza alcolo trigonometrico.

17. *Metodo di Ohm.* — Si abbia un moltiplicatore fisso d un ago magnetico sospeso ad un sottilissimo filo di rane , o ad un filo di bozzolo. Deviando l' ago , il filo si orce , finchè l' ago non torni indietro per riprendere la ua posizione primitiva. In questo caso il valore della orza è proporzionale all' *angolo* o al *numero di gradi di orsione* (6), pei quali è stato torto il filo, e che vien dato a un indice allo strumento annesso.

18. *Oscillazioni di Fechner.*—Con qualunque de' due galanometri descritti si possono ottenere queste oscillazioni. Si disponga l' ago nella sua postura naturale, in modo cioè

(5) O anche *Bussola de' seni. N. d. T.*

(6) Secondo i principî posti da Coulomb. *N. d. T.*

che i suoi estremi guardassero l' uno il settentrione , il mezzogiorno l'altro, e il moltiplicatore sia nel piano che passa per l' oriente e l' occidente ; si faccia oscillar l'ago mercè una corrente voltaica , e per un determinato numero d'oscillazioni , e si noti il tempo che è stato necessario per conseguirle. Si faccia lo stesso per un' altra corrente. Le intensità delle due correnti messe alla prova saranno *inversamente proporzionali ai quadrati de' tempi.*

Comunque questi varii modi di sperimentare, ciascuno dal canto suo , possan dare i valori relativi delle forze pel tempo in cui sono in azione , non possiamo far di meno di non dire un fatto importante , ed è che il filo metallico di ogni galvanometro presenta da parte sua una certa *quantità di resistenza*, e quindi la quantità di forza in moto, quando nel circuito va compreso il galvanometro, è minore di quella che ha luogo quando il galvanometro non è nel circuito ; e, come questa resistenza non ha *determinate attinenze* con le altre resistenze, non può esser perciò stimata *a priori* , e richiede altri calcoli , intorno ai quali non possiamo qui discorrere. Possiamo intanto esprimere con R la detta resistenza e introdurla nella formola del §. 6 , con che avremo:

$$F = \frac{nE}{nR + r + g},$$

donde si vede che tanto *maggiore* è l'effetto quanto *minori* sono le resistenze.

19. *Galvanometro astatico di Nobili.*—Si addimanda astatico cotesto galvanometro , perchè in esso è *poca o quasi nulla la forza direttrice* : esso è munito di due aghi da cucire calamitati , uno che sta dentro il telaio del moltiplicatore, l' altro al di fuori, uniti da un filo di paglia verticale , e sospesi ad un filo di bozzolo , ma con i poli in direzioni opposte. Si può rendere molto sensibile questo strumento (7). Matteucci, per esempio, ne usò uno che aveva 3 000 giri d' un filo di rame puro , il cui diametro era di $\frac{1}{160}$ di pollice. Due lamine di platino , in apparenza nette, immerse nell' acqua distillata producevano il deviamento dell' ago. Questo galvanometro è il tipo di quello impiegato pel telegrafo elettrico.

20. I *galvanometri telegrafici* son muniti d' un moltiplicatore, il cui telaio ha una lunghezza di pollici $6\frac{1}{4}$, una larghezza di 2 pollici, e una grossezza di pollici $3\frac{3}{4}$(8);

(7) Tutti i fisici sono ormai d'accordo a dar la preferenza al galvanometro del cav. M. Melloni , come il più sensibile tra quanti se ne sieno fin' ora escogitati. *N. d. T.*

(8) Il pollice inglese è 0,0876769 del palmo napolitano : 12 pollici o *once* formano un piede, che corrisponde a pal. nap. 1,1521232. *N. d. T.*

il filo metallico è di rame coverto di cotone, ed ha un diametro di $\frac{1}{100}$ di pollice. Il moltiplicatore trovasi verticalmente posto; ha nell'interno un ago di pollici $3\frac{1}{2}$, col suo estremo nord volto in giù, ed un altro ago, come nel galvanometro del Nobili, trovasi rimpetto al primo e al di fuori del telaio, col suo estremo nord volto in su, il quale serve come d'indice, mercè il quale si leggono i segni, come lo mostrano le figure 14 e 15; il moltiplicatore si può vedere in A fig. 3. Fu questo il galvanometro adoperato ne' primi telegrafi; ma avendo l'esperienza mostrato, che le oscillazioni d'un ago così lungo non potevano andar di paro con l'estrema rapidità, con la quale si trasmettono o si ricevono i segnali, un ago più corto ed un moltiplicatore di minori dimensioni e di più sottile filo sonosi adoperati negli ultimi telegrafi.

21. *Ago a diamante.* — Il signor Holmes fu quegli che introdusse nell'interno del moltiplicatore l'ago corto, in forma di romboide o di diamante, di 1 pollice ed $\frac{1}{8}$ per $\frac{1}{8}$ di pollice. L'ago esterno è di talco; il filo del moltiplicatore è, in proporzione, più corto ed è più sottile, essendone il diametro $\frac{1}{130}$ di pollice. Il deviamento di questo moltiplicatore si esegue con rapidità maggiore di quella degli altri di antica forma; esso è più sensibile, e quasi *privo di oscillazioni*, producendo un fievolissimo battimento. Le leggi del magnetismo avendoci insegnato che la forma allungata è la più conveniente a favorire lo sviluppo della forza magnetica, fui indotto a pensare, che, sotto lo stesso peso di metallo, altrimente disposto, potevamo accumulare maggior quantità di magnetismo, anzi che col rombo, e però con questa veduta passai alle sperienze.

22. *L'ago composto* fu il risultamento che da esse ottenni. Consiste questo strumento in un dilicatissimo disco d'avorio, il cui diametro è di 1 pollice ed $\frac{1}{4}$, e sostiene taluni aghi fortementi calamitati, e corti *sn*, *sn* (fig. 2), solidamente fermati sul disco, sia per un solo, sia per ambi gli estremi. L'ago composto occupa il luogo del rombo nell'interno del moltiplicatore. L'ago NS che fa da indice è tre pollici lungo. Io l'ho fatto d'acciaro, assai dilicato e calamitato. Il risultamento che ottiensi dagli aghi composti è soddisfacentissimo; ne ho fatto uso per lungo tempo in Londra, e con essi i dispacci eran trasmessi con molta rapidità, come altrove sarà detto (§. 108). Oltre l'estrema loro forza direttrice, son di credere dippiù che essi, sotto l'azione de' fulmini, sian disposti a perdere il loro magnetismo meno che i rombi (§. 83); ed è questa, in vero, la principale obiezione contra i rombi.

Pertanto, quale che siasi la forma dell'ago adoperato, il suo uffizio è quello di deviare a dritta o a sinistra una o più volte, trasmettendo una o più correnti in una o in un'altra direzione. Posto ciò passiamo a descrivere il meccanismo mercè il quale questi moti si eseguono.

23. *Telegrafo.* — Dopo d'avere studiate le proprietà del galvanometro, e descritta la composizione di quelli che sono stati impiegati nel nostro telegrafo Inglese, siam pronti ora ad esaminare il modo di disporli per l'uso conveniente, ed i congegnamenti meccanici, mercè i quali facciamo agire a nostra voglia la forza voltaica, per produrre tali e tanti deviamenti negli aghi galvanometrici, per quanti ce ne abbisognano, e rapidamente produrli.

Gli strumenti che siamo per descrivere sono d'invenzione de' signori W. Fothergill Cooke e Carlo Wheatstone, F. R. S. (*Membro della Società Reale*). Essi sono di due maniere: altri ne' quali si adopera un solo galvanometro, ed altri ne' quali i galvanometri son due. Esamineremo per ora un telegrafo della prima specie, essendo che in quelli della seconda, per esser due i galvanometri, il meccanismo è doppio. Ho tolto a bella posta l'armario in cui si rinserra lo strumento, a fine di far meglio vedere tutte le sue parti essenziali, e ho disegnato nella fig. 3 la veduta di dietro dello strumento insieme alla pila (9) E, congiunta come quando sta in opera, ed il circuito del moltiplicatore A, renduto completo mercè il filo WW La parte d'avanti può vedersi nella fig. 15.

24. Possiede il telegrafo un doppio carattere; *passivo*, ed è quello per cui è in istato di ricevere segnali da un altro telegrafo, ed *attivo*, che è quello per cui è in istato da trasmetterli. Descrivendo dapprima il modo come è disposto per ricevere i segnali, e poi quello per trasmetterli, potremo meglio analizzarlo e comprenderne la sua generale struttura. Il telaio del moltiplicatore A è di ottone o (ciò che sotto molti riguardi è assai migliore) di legno levigato o d'avorio; esso è incastrato sulla faccia dello strumento, la quale è una lastra di ottone verniciata dalla parte interna. Volgendo lo sguardo al moltiplicatore vedesi da esso spiccare dal suo estremo a dritta un corto filo metallico, il quale va a metter capo ad una vite, la quale mercè una striscia d'ottone acconciamente disposta sulla cassa dello strumento, si congiunge ad un'altra vite U. L'altro estremo sinistro dello stesso filo va esso pure a terminare in un'altra vite connessa ad un'asta verticale d'ottone, che fa corpo con una lamina dello stesso metallo, la quale è in parte nascosta sulla figura, ma può vedersene una simile a sinistra della stessa figura. Questa coppia di lamine è in contatto metallico, mercè due molle d'acciaro, che premono in due punti una corta ed isolata verga d'ottone *n*, incassata sulla faccia dello strumento. La lamina a dritta va a congiungersi con la vite D, anche mercè una striscia d'ottone. Or se le due viti o *punte d'attacco* U e D sien congiunte per mezzo d'un filo

(9) Adopereremo questo vocabolo, in luogo dell'altro *batteria*, come quello più comunemente adoperato. *N. d. T.*

WW, si completerà il circuito nella maniera seguente: dalla vite U passa la corrente nel moltiplicatore, entrando da dritta, scende dalla sinistra nella lamina a dritta; da quivi sale per la molla d'acciaro e va per la verga *n* nell'altra molla a sinistra, e passa per la striscia d'ottone alla vite D; quivi trova il filo congiuntivo che attraversa per ritornare in U, d'onde era partita. Se il filo metallico che parte da U si distendesse lungo la linea della strada ferrata in un senso, e l'altro che parte da D in senso opposto, ed il circuito fosse reso completo, su grandi dimensioni, al modo come qui è stato descritto in piccolo, qualunque corrente elettrica nella sua corsa attraverserebbe il galvanometro, indurrebbe un deviamento nell'ago, e con ciò si farebbe un segnale. Dobbiamo qui dichiarare che in grazia di regolarità, adottiamo un ordine invariabile nell'attaccare i fili allo strumento, ed è quello di congiungere il filo superiore all'attacco U, il filo del moltiplicatore essendo uniformemente avvolto.

25. Ciò basti sulla maniera di ricevere un segnale, e passiamo a vedere come si trasmette. Se ci trovassimo sulla linea della strada ferrata, lungo la quale passa un filo del telegrafo; spezzassimo questo filo, e i due capi tagliati li congiungessimo rispettivamente ai due poli d'una pila, che tenessimo sopra luogo, allora una corrente elettrica attraverserebbe il filo per tutta la linea, e andrebbe a produrre de' deviamenti negli aghi de'galvanometri che sono nelle stazioni; e cambiando l'ordine della congiunzione de' capi del filo ai poli della pila, anche cangiato sarebbe il senso del deviamento degli aghi. Altrettanto avverrebbe se il filo si tagliasse sia nell'interno della stazione, sia nell'interno dello stesso telegrafo. Or in ogni strumento congegnato per trasmetter segnali, si trova una posizione corrispondente a quella ove abbiam supposto tagliato il filo; prossimi a quella posizione sono i due poli della pila montati e mobili, in modo da esser prontamente congiunti, in un verso o nell'altro, secondo che il caso il richiede. La posizione di cui ora è detto è la estremità delle molle d'acciaro (fig. 3): queste molle come dicemmo, non son congiunte alla piccola verga *n*, ma la premon forte, e possono essere subitamente, sia col dito sia in altro modo, staccate. È inutile il dire che quando una di esse è allontanata dalla verga *n*, il circuito è interrotto. Or, mercè un apposito congegnamento, si giunge a introdurre i poli nel circuito, e secondo una o un'altra direzione; ed ecco come: B è un tamburro di bosso, le cui basi *c* e *z* sono coperte d'ottone, e isolate l'una dall'altra mercè il legno *b* posto tra esse. Il tamburro può esser messo in moto su i suoi appoggi, che si vedono nella figura, mercè un manubrio esterno, che vedesi disegnato nella fig. 15. Un fermo filo d'acciaro *c'* è avvitato sull'estremo *c* del tamburro, ed un altro consimil filo *z'* è avvitato sull'altro estremo *z*, ma in senso opposto al primo. Son questi due fili appunto i poli della pila; *z'* essendo in congiunzione col polo zinco, e *c'* col rame nella maniera seguente: dal polo rame parte un filo che va a congiungersi alla vite C; da quivi si distende una striscia d'ottone che va a terminare in una molla, la quale preme strettamente sul tamburro, e propriamente sulla parte metallica *c*; dal polo zinco egualmente parte un altro filo che si prolunga sino alla vite Z, donde si distende un'altra striscia d'ottone che va a terminare in un'altra molla, la quale preme sul prolungamento dell'altra parte metallica *z* del tamburro. Agevolmente si può scorgere che, tutte le volte che il tamburro fa una rotazione, l'appendice metallica solleva l'una o l'altra molla verticale; nella posizione attuale esso solleva quella a dritta, ed il circuito è rotto; continuando un poco più il moto rotatorio, l'altra appendice *c'* va ad incontrare il pezzo curvo di sotto, e così vi sarà da ciascun de' lati un polo della pila, il circuito sarà ripristinato, ed un segnale si eseguirà, così in questo, come in tutti gli altri telegrafi con questo connessi. Per una peculiar disposizione del tamburro, il moto può esser eseguito con quella rapidità con che la mano può muoversi. Ho rappresentato le congiunzioni della pila alla maniera solita con che si eseguono in pratica; esse son tali che se la molla a dritta è quella che è allontanata, l'ago si muove a dritta e se per contro è la molla a sinistra quella che si scosta, il deviamento dell'ago avrà parimente luogo a sinistra. L'ago sulla faccia esterna dello strumento ha sempre il suo estremo nord volto in su, e quello interno al galvanometro lo ha rivolto in giù, così che, secondo la legge altrove menzionata (§. 11), guardando la faccia d'uno strumento, e vedendo l'estremo dell'ago muoversi a dritta, possiamo esser sicuri, che nella metà del galvanometro, la più vicina a noi, la corrente è *ascendente*.

26. *Calamita temporanea.*—Abbiam veduto come la reciproca dependenza tra le correnti voltaiche e i corpi calamitati è messa a profitto nella produzione de' segnali; ora dobbiamo esaminare l'attinenza tra le correnti voltaiche ed i corpi semplicemente *magnetici*, cioè che non sono calamite, ma *son capaci di acquistare il magnetismo*; e ciò, perchè si potesse conoscere quali siano le disposizioni delle quali dobbiamo avvalerci per produrre *l'allarme*, e richiamar l'attenzione degli uffiziali incaricati de'telegrafi. Il ferro e l'acciaro sono i corpi magnetici i più importanti. Il ferro di buona qualità (10) acquista in un istante una magnetizzazione potente, e si scalamita, sì tosto che la causa che induce è rimossa; l'acciaro acquista la proprietà magnetica più lentamente, ma la ritiene però anche tolto dall'azione dell'influsso.

Se un filo metallico coverto di cotone è avvolto intorno ad una sbarra d'acciaro o di ferro, ed una corrente at-

---

(10) Ferro dolce. *N. d. T.*

traversi quel filo, la sbarra diviene magnetica; quella d' acciaro diviene permanentemente magnetica, e quella di ferro *temporaneamente*, ritornando al suo stato naturale, quando cessa la corrente; per queste due proprietà di che gode il ferro ci serve mirabilmente al nostro scopo, come di corto si dirà. Una sbarra di ferro nelle condizioni ora dette si appella *calamita temporanea*. Adoperando grossi fili e rigorose pile, possonsi ottenere calamite temporanee di enorme potere; mentre che, usando filo sottile più volte attorto, una debole forza elettrica trovasi più volte ripetuta in modo da produrre un effetto, che altrimente sarebbe stato impossibile render manifesto. I poli magnetici si rovesciano, invertendo la direzione della corrente. La regola per riconoscerli è la seguente: se guardando l' estremo della sbarra, la corrente gira nel senso d' un indice d' oriuolo, quell' estremo è il *polo sud*. Quantunque il potere di ritenere d' una calamita temporanea sia grande, il suo potere d' attrarre è comparabilmente piccolo, e svanisce a brevissime distanze. Le calamite temporanee in forma di U o di ferro di cavallo sono le più poderose, e se, dopo aver attratto un pezzo di ferro che resterà attaccato ai poli, la corrente vien rimossa, rimarrà una quantità di magnetismo, finchè riman l' ancora attaccata, ma questa rimossa, il magnetismo svanisce. La quantità di magnetismo è misurata dalla quantità di forza elettrica in circolazione, ed è la somma delle forze che circolano per ogni giro del filo; talmente che una calamita temporanea di 100 giri sarebbe due volte più possente di un' altra, che ne avesse soltanto 50, senza considerazione all' aumento di resistenza per la maggior lunghezza del filo, e alla maggior distanza de' giri della seconda dal centro.

27. *Telegrafo elettro-magnetico.* — Da una verga di ferro dolce di un mezzo pollice di diametro, si taglino due porzioni di due pollici lunghe, a ciascuno estremo delle quali si adatti un disco d' avorio d' un diametro alquanto più grande, d' un pollice in circa, e quindi su di esse, come rocchetti si aggomitoli un filo di rame coverto di seta del diametro di $\frac{1}{130}$ di pollice in circa; questi rocchetti sien posti l' uno a canto all' altro a piccola distanza, e si congiungano con un pezzo di ferro dolce fermato con gli estremi alle loro basi, come lo indica la fig. 7. Il filo sia avvolto in un modo continuo, passando dall' uno all' altro dei rocchetti: in questo modo tutto il sistema si calamita, tutte le volte che una corrente passa pel filo, e torna allo stato naturale, allorchè la corrente è interrotta mercè un congegnamento che di corto esporremo.

28. *L' allarme.*—La figura 4 rappresenta una veduta laterale della calamita ora descritta: di rincontro ad essa, secondo il verso della lunghezza, vedesi disegnata di taglio un' ancora B di ferro dolce, un pollice lunga, e mezzo pollice larga. Quest' ancora è attratta dai poli della calamita temporanea, *ogni volta* che una corrente elettrica ne percorre il filo, e vi resta attratta finchè *dura* il corso della corrente, cessato il quale, l' ancora si stacca. Per evitare che l' ancora resti attaccata, il che avverrebbe, come dinanzi è detto, anche dopo che la corrente sia cessata, si dispongono in modo le cose, che il contatto tra l' ancora e il ferro dolce della calamita non avvenga mai perfetto, ed ecco come: si fanno due piccole viti d' ottone terminate in punte di avorio, e ciascuna di esse si avvita sulla faccia dell' ancora, rivolta alla calamita, facendo sporgere convenientemente in fuori le due punte d' avorio, a fine d' impedire il perfetto contatto. L' ancora è talmente disposta, che nel suo stato d' equilibrio trovasi a conveniente distanza dai poli della calamita temporanea, essendo che la forza attrattiva della calamita scema grandemente con la distanza. Il rimanente della figura mostra in perfetto contorno il meccanismo, mercè il quale si fa suonare una campana, e che attualmente trovasi nello stato d' equilibrio. L' ancora B è montata sopra un brevissimo braccio di leva C, l' altro estremo della quale va ad incappare nella pinna della ruota *d*, ed impedisce a questa di potersi muovere: *f* è una dilicata molla che preme contro il braccio lungo della leva C; essa rimette l' ancora nella sua primitiva posizione, quando l' attrazione cessa, e la fa incappare alla pinna della ruota. La figura presenta soltanto una parte del meccanismo, per quanto è necessario a poter dichiarare il principio generale: *a* è una scatola contenente una grande molla; *b* è una ruota dentata che s' ingrana col suo rocchello alla ruota *a*; *c* è un' altra ruota dentata col suo rocchello che ingrana con la ruota *b*; e finalmente *d* è la ruota che porta un ostacolo, e che mercè il suo rocchello ingrana con *c*; *g* è uno scappamento che opera sulla ruota *i*, che ha lo stesso asse dell' altra *c*; *h* è il batocchio della campana d' allarme, il quale in sostanza è un corto pendolo, poichè opera come questo. Facendo passar la corrente pel filo della calamita temporanea A, i suoi cilindri di ferro dolce si magnetizzano ed attraggono coi loro poli l' ancora B, la quale, scappandosi dall' ostacolo della ruota *d*, permette che questa si muova, e rende così libero tutto il meccanismo; fatto ciò la molla principale, che sta avvolta nella scatola *a* si mette in moto, e con essa il batocchio *h*, il quale così vibra rapidamente e colpisce la campana D, veduta anche in sezione. Cessando la corrente, l' ancora si stacca e la molla *f* la preme, perchè col suo incappo vada ad impegnarsi nell' ostacolo della ruota *d*, e cessi così il moto e il suono. La forza della molla *f* può esser modificata mercè una piccola vite regolatrice a questo fine disposta.

29. Da questa descrizione si vede, che l'allarme è suonato da un ordinario congegnamento, e che l' uffizio della forza voltaica in questo caso è quello solamente di far muovere una leva e render libero il meccanismo: egli è perciò agevole intendere che il suono può esser forte

er quanto ci piaccia, bastando per questo il formare un goroso meccanismo che colpisca una grossa campana; ercè speciali congegnamenti siamo giunti ad avere allrmi molto sonori.

30. Si contano diverse maniere, con che si costituiscono gli allarmi; ne abbiamo, per esempio, di quelli nei uali il martello è tuttavia a foggia di pendolo, ma batte fuori della campana, e non dà che un sol colpo ad gni oscillazione; in altri l' incappo *e* è formato d' una unta che penetra in un buco fatto sul canto d'una ruota ome la *d*; ve ne ha di quelli ne'quali l'ancora si muove cerniera, e presenta un' altra forma d' incappo; v' è ure la *campana centrifuga* di Wheatstone, ove invece i un pendolo vi sono due martelli ai due estremi d' un raccio, fissato all'asse di una delle ruote, i quali, girando ntorno, battono la campana, ogni volta che vi passan lavanti. In quest' ultima spezie d' allarmi l' incappo è na molla intagliata, che afferra e ritiene il braccio dei martelli: quando l' ancora è attratta, si rende libera una pesante leva, che nel cadere spinge la indicata molla, e rende così libero il braccio suddetto. Quale che siasi il congegnamento meccanico che si ponga in uso, si troverà sempre in esso, che per produrre il moto, deve la calamita attrarre l' ancora. Ci rimane intanto a far vedere in che modo la corrente è spinta nella calamita temporanea o pure è arrestata a nostro arbitrio.

31. *Manubrio della campana*, o *Breve circuito*. — S' impiega, in taluni casi, un filo separato per la campana, ed un peculiar meccanismo per trasmettervi la corrente: la descrizione di questo meccanismo, o chiave dello scampanio (*ringing - key*), come vuolsi chiamare, tornerà più acconcia, perchè meglio intesa, rimettendola ad altro luogo (§. 43). Tralasceremo il caso in cui sieno nello stesso circuito e calamita temporanea e galvanometro, imperocchè in questo caso, qualunque corrente, la quale attraversasse l'una, passerebbe ancora per l' altro, ed allora dopo che la campana avrebbe adempito al suo uffizio, quello, cioè, di richiamar l' attenzione, l'assistente continuerebbe a sentirne, sino alla noia, il suo scampanio, mentre dovrebbe attendere alla lettura dei segni dell' ago. Si evita cotesto inconveniente con stabilire un *circuito corto* (*short circuit*), il che si ottiene aprendo alla corrente una più breve e più vasta via per andare al galvanometro, anzi che farle attraversare il sottil filo della calamita temporanea. Se talmente fosser le cose disposte che la corrente dovesse passare il sinistro lato d' un filo piegato ad angolo, come $\wedge$, per andare ad una calamita temporanea messa al vertice, e quindi, scendendo per l'altro lato a dritta, andare al galvanometro, egli è agevole intendere che la campana suonerebbe tutte le volte che la forza si trovasse in circolazione; ma se un pezzo di metallo fosse messo a traverso, come si vede nella lettera A, allora la corrente non avrebbe bisogno di giunger sino al vertice e attraversare la calamita temporanea, per potere andare al galvanometro: in pratica questa corrente si divide in due porzioni, la prima che passa per la traversa, e che è la porzione maggiore, per essere questa traversa e corta e grossa, e l'altra porzione segue la via del filo della calamita; e poichè questo filo è lungo e sottile, la corrente che vi passa sarà così debole, da non poter agire sulla calamita. Si forma intanto il *circuito corto*, girando un manubrio d' ottone, che vedesi disegnato sul fianco sinistro della figura 14. La campana è riposta nella scatola che sta sullo strumento; le due strisce di ottone che vedonsi sulla faccia sinistra della scatola della campana, son congiunte con gli estremi del filo; quella più in dietro dà passaggio alla corrente per andar sulla calamita, e quella più innanzi dà il passaggio alla corrente che va al galvanometro. Entrambe scendono nell' interno dello strumento; il manubrio d' ottone si congiunge con quella d' avanti, ed una molla d' ottone accanto al manubrio, si congiunge a quella di dietro; un pezzo d'avorio passa a traverso del manubrio. Quando questo è verticale, come attualmente si vede nella figura, la molla preme sull'avorio, il quale non essendo conduttore, la corrente non può passare dall' una all' altra striscia metallica, senza correre sino alla calamita, e quindi discenderne per andar nel galvanometro; per contro quando il manubrio è orizzontale, si stabilisce tra le anzidette strisce un contatto metallico, poichè la molla d' ottone preme sul manubrio; il circuito corto si stabilisce, e la corrente quasi tutta passa per questo nuovo e più breve sentiero, che le si è parato dinanzi, e pochissima ne giunge sino alla calamita.

32. *Fili dei telegrafi*. — Se il filo WW (fig. 3) fosse molto lungo, e diviso in due parti in modo, che la porzione la quale si congiunge con lo strumento in U andasse a congiungersi con l' altro suo estremo in un altro punto, come D, d'un altro telegrafo, lontano dal primo; e l' altra porzione che in questo telegrafo della figura, mette capo in D, andasse a congiungersi col secondo telegrafo in un punto come quello U del primo; allora è chiaro che passando una corrente per a traverso a questi fili, essa percorrerebbe ambi i telegrafi e ne farebbe deviare allo stesso modo i rispettivi aghi galvanometrici. Quanto ora è detto si può riferire a due telegrafi coniugati, distanti l' un dall'altro per parecchie miglia.

Dobbiamo ora far vedere il modo di sospendere i fili conduttori, che congiungono le varie stazioni telegrafiche, e le precauzioni che si prendono, perchè non si perda forza elettrica, mentre transita, o perchè non venga malamente applicata.

33. I fili congiuntivi due telegrafi, e che trovansi disposti sulla via aperta, sono di ferro *galvanizzato* N. 8, e il loro diametro è $\frac{1}{6}$ di pollice. Per *galvanizzarli* si passano per un bagno di zinco fuso. Il ferro si veste d' una patina di zinco, e quando questo strato di zinco si

espone all' aria atmosferica, si combina l' ossigeno con lo zinco, formando così un ossido di zinco, che protegge il filo da qualunque ulteriore corrosione, e lo rende durevole. Vengono i fili sostenuti sopra pali di legno, che variano da 14 o 16, sino a 28 o 30 piedi di lunghezza. Il filo il più basso si solleva dal suolo per una distanza di 8 a 10 piedi, a meno che non si richieda maggiore altezza, quando vi si dovesse passar per sotto, o per altre circostanze particolari. I pali hanno una riquadratura di 6 in 8 pollici alla base, e di 5 in 6 alla cima. Son dipinti in bianco, e sono carbonizzati ed impegolati per tutta la porzione che vien conficcata nel suolo: ve ne ha trenta in trentadue per ogni miglio (11). Se i fili fossero immediatamente sostenuti da pali, ne seguirebbe, che nei tempi piovosi ed umidi, la corrente passerebbe da un filo all' altro, facendosi strada a traverso dell'acqua o dell'umido, che i pali ritengono o assorbono, e così i segnali sarebbero interrotti, nè giugnerebbero più al luogo destinato (12).

34. *Isolatori*.—A prevenire cotesto inconveniente, convien frapporre tra i fili ed i pali, de' corpi che sieno ottimi *coibenti*, o isolatori, come dir si voglia.

La terra bruna da stoviglie trovasi molto acconcia per cotest' uso. Si sa di fatto che se si prenda un vase di cotesta materia, s' immerga nell' acqua, e poi si cavi fuora, ne uscirà, in gran parte, asciutto, e solo con poche goccie d' acqua qua e le sospese; in modo simili *gl' isolatori* di terra messi tra il filo metallico e il legno non dan passaggio all' umido, e ci assicurano *l' isolamento*. Sono questi isolatori fatti in forma di anelli, di doppii coni forati lungo l' asse comune, di tubi, di collarini, ec., secondo le circostanze nelle quali devono essere adoperati. La fig. 5 rappresenta talune disposizioni di fili, come si trovano ordinati nella linea telegrafica. Si vede a sinistra la testa d' un palo, che serve a sostenere i fili conduttori della linea. Sul fronte del palo v' è un braccio di legno, e tra questo è il palo van messi degli anelli di stoviglia. Una cavicchia di ferro attraversa questo braccio, l' anello e il palo, esce dal lato opposto, attraversando un altro anello ed un altro braccio, e quivi è ritenuta da una madrevite, formando così un legame per tener saldi tutti questi pezzi. Sulla faccia del braccio son disposti, come vedesi, quattro coni parimente di stoviglia, ritenuti fermi, mercè anelli di ferro, e per ciascuno di questi coni vi passa un filo. Per evitar confusione, non ho segnato un egual numero di cotesti fili, che trovansi in simil modo disposti sulla faccia posteriore del palo.

35. *Posti d'attacco*. — Son questi de' grossi piè dritti di legno ai quali son raccomandati i fili per tenerli tesi. A dritta della figura 5 si vede il sommo di uno di essi. Una cavicchia di ferro passa a traverso del piè dritto, esce al di fuori e porta a ciascuno de' suoi estremi una maniera di naspo, come si vede nella figura, il quale è composto da un tamburro scanellato, con una ruota ed un uncino. Il naspo non è immediatamente in contatto col piè dritto, ma tra l'una e l'altro evvi un collarino di terra attraversato dalla stessa cavicchia, la quale al pari del naspo è di ferro galvanizzato, sì che questi due pezzi formano una continuazione del circuito metallico, e perciò sono attraversati dalla stessa corrente, come si vede nel primo filo superiore. Ma come le articolazioni dell'arcolaio, van soggette a corrosione, e che perciò il contatto si rende imperfetto; e come pure può accumularsi della polvere intorno ai collarini e formarsi un ricettacolo all' acqua; così si è trovato meglio, non servirsene nel tempo stesso come conduttori, ma tenerli interamente isolati dal filo, e aprire un sentiero laterale alla corrente, per passare da una parte all'altra del piè dritto, mercè un altro filo che non attraversi quest' ultimo, ma congiunga le due porzioni che sono dai due lati. Questo disegno si vede nel secondo filo superiore. Un anello di stoviglia a modo d' un appendice di puleggia porta due uncinetti, uno de' quali si congiunge sul contorno, e l' altro nel centro dell' anello, in guisa che i due uncini trovansi perfettamente isolati l' un dall' altro; uno di essi ritiene il filo metallico, l'altro congiunge l'anello al piè dritto: di questi congegnamenti se ne vedon due, l'uno da un lato e l'altro dall'altro lato del piè dritto, di maniera che questo rimane perfettamente isolato. I due capi del filo addizionale, che congiunge le porzioni di fili dall'una parte e dall'altra del piè dritto, come sopra è detto, si saldano a questi, al di là dei due anelli di stoviglia. I posti d'attacco son messi ad ogni quarto di miglio: per una metà i fili sono attaccati ad un posto, e per l'altra metà al seguente, e ciascuno di cotesti posti, per mezzo d' un braccio, sostiene i fili che sono attaccati all' altro. Ogni filo in questo modo si trova ad ogni mezzo miglio congiunto ad un altro, e queste congiunzioni si fanno a chiavistello, mercè un corto filo saldato alle congiunzioni. Simili apparati s'adoprano ne' ponti e ne' fori stradali (tunnel) ma i posti in vece di legno son fatti di fabbrica. Le punte che veggonsi in testa a ciascun posto, servono a congiunger questi con la terra, mercè un filo, e proteggerli così dal fulmine.

36. *Congiunzione delle stazioni telegrafiche alla linea* (*bringing in the Wires*). — Nel mezzo della figura 5 ho

(11) Il miglio inglese è di 1609 metri, pari a 6082,02 palmi napolitani, e però è alquanto più corto del miglio italiano. *N. d. T.*

(12) Sono appunto queste le principali ragioni, che han fatto decidere taluni fisici a seppellire i fili, coprendoli di gutta perca e facendoli passare entro tubi di piombo o di ferro, messi sotterra a guisa di condotti. Con questa disposizione i fili trovansi al coverto di qualunque variazione nell'elettricità atmosferica, e l' intensità della corrente si rende costante *N. d. T.*

gnato il congegno col quale s' introducono i fili in una azione per fare entrare il telegrafo nel circuito.

Il terzo filo vedesi tagliato e le due porzioni congiunte a uno di quelli anelli di stoviglia, sopra descritti; il circuito per tal modo è rotto, e la corrente non può passare dall' uno all' altro lato della congiunzione. Ma, se a iascuna di quelle porzioni di filo, si congiunga un altro lo, come lo mostra il quarto della figura, e questi fili ddizionali, attraversando un collarino di stoviglia, si rolungano sin nell' interno d' un uffizio telegrafico, per ongiungersi, l' uno all' attacco U (fig. 3), l' altro al' attacco D del telegrafo; allora la corrente attraverserà il alvanometro di questo strumento. È questo appunto il nodo con cui una stazione telegrafica è congiunta alla linea; e nella stessa maniera con cui abbiamo congiunto n solo istrumento, possiamo in qualsiasi altro punto el filo introdurne altri.

37. *Fili di strada.* — Per far passare i fili telegrafici l di sotto d' una via pubblica o d' una strada in città, ltre precauzioni si richiedono. I fili in questi casi sono li rame n. 16; essi son da prima coverti di cotone saturato di catrame, e disposti quindi in fasci di tre quattro anche più, son messi in condotti di piombo, i quali sono garentiti da funi incatramate che li circondano, e vengono epolti nella terra, dentro tubi di ferro. In taluni punti della strada, vi sono de' cilindri di ferro al di sopra del suolo, e i capi di parecchi fili, uscendo fuori della terra, passano a traverso di questi tubi e quivi si ricongiungono. Questi tubi sono i tubi di prova (*testing-post*), e servono per poter esaminar lo stato di ciascun filo. Fili così disposti, dall' Uffizio centrale della Compagnia Telegrafica, in *Lothbury*, alle spalle del Banco d' Inghilterra, vanno rispettivamente all' Ammiragliato, *Whitehall*; all' uffizio telegrafico, *West Strand*; alle stazioni delle strade ferrate *South-Western*, *North-Western*, e *Eastern Counties*, al ponte di *Waterloo*, ad *Euston-square*, e a *Shoreditch*. Fili migliori e assai meglio assicurati, sono stati ultimamente stabiliti tra *Lothbury* e l' uffizio Generale delle poste in *St Martin's-le-Grand*.

38. Fili di *guttaperca* (13). — La prima volta furono impiegati i fili scoverti sì nei fori stradali, come sulle vie aperte (§. 33); ma ne' fori, filtrando acqua in abbondanza; accumulandosi polvere, sollevata dalle macchine, e fumo che si genera dalla combustione, gl' isolatori di terra facilmente si sporcano, e l' isolamento s'affievolisce grandemente, talmente che una corrente che debba andare, ponghiamo esempio, da Dover a Londra, lungo il filo 1, si caccia in parte nell' altro 2, a cagione dell' umidità e delle lordure, e così una porzione di quella corrente va a Londra pel filo 1, una quantità minore pel filo 2, ed una quantità considerevole torna a Dover pel filo 2; mentre qualche porzione se ne perde anche interamente, e così come è naturale avvengono una grande confusione e non pochi inconvenienti.

39. I fori stradali della strada ferrata *South Eastern*, m' imbarazzarono non poco, e, per propria cautela, mi vidi costretto a cercare un rimedio; fui così indotto a promuovere la manufatturazione dei fili coperti di guttaperca ed il signor Forster la effettuò nella maniera seguente: dopo aver purgata la gomma e averla macerata con una macchina a vapore in un vase di ferro riscaldato, si porta a pezzi a pezzi, tra due spianatoi, per conformarla in cilindri solidi, tre o quattro piedi lunghi. Dopo questa prima operazione, ancor calda e molle, si porta nella *macchina a coprire*, la quale consiste in due paia di cilindri di ferro, lisci, e riscaldati col vapore, se la circostanza il richiegga; e di due altri piccoli cilindri scanellati e taglienti. Varian questi ultimi sì pel numero che per le dimensioni delle scanellature, secondo richiede la forma della covertura da farsi. Il filo che s' impiega ne' nostri fori stradali, è di rame, n°. 16: con una sola operazione se ne posson coprire sei ad un tempo, e il diametro di ciascuno con tutta lo strato di gomma è di $\frac{1}{4}$ di pollice. Le due paia di cilindri lisci son messi l' uno sull' altro, a piccola distanza; e tra ciascun paio si fa passare un cilindro di gutta perca, ottenuto come sopra si disse, per distenderla in forma di una tela molle e stesa. Tra due di queste tele di guttaperca si dispongono i sei fili e all' insieme si fa attraversare l' intervallo tra cilindri lisci, donde passa tra i due scanellati, affacciandosi dall' altro lato, come un solo nastro di sei fili coverti. Richiedendosene un solo si stacca dal nastro, o pure, se il bisogno il richieda, si lascia questo qual' è. Io ho sostituito questi ai fili scoverti, perchè importanti ne' fori umidi; ed ho compiuto il circuito telegrafico, assai meglio che non poteasi conseguire secondo l' antico sistema. Essi hanno sostenuti lunghi e ripetuti saggi, e però non dubito che saranno adoperati, per l' avvenire, come fili di strada.

41. *Circuito terrestre.* — Abbiamo veduto innanzi (§. 5) che un circuito chiuso è un elemento essenziale per la circolazione della corrente; abbiam dimostrato, quando specialmente descrivemmo la congiunzione d' un telegrafo elettrico, che un filo che partisse dell' attacco U (fig. 3) dovrebbe in fine ritornare all' altro D, per formare un circuito chiuso, pria di dar luogo alle segnalazioni. Seguendo questa idea, sembrerebbe che se lo strumento fosse stanziato a Dover, ed un filo muovesse dal-

(13) Questa sostanza è molto analoga alla gomma elastica, perchè è impermeabile e facilmente si rammollisce col caldo, ma raffreddandosi dappoi diviene così dura, da serbar la forma che le s' imprime scaldandola. Essa ci viene dalla China, donde fu spedita nel 1843 dal dottore Montgomery. *N. d. T.*

l'attacco U e si estendesse fino a Londra, un altro simil filo dovrebbe da Londra ritornare all'attacco D a Dover; questi due fili d'altronde trovandosi in certa maniera congiunti tra loro a Londra. Avremmo così un filo di molte miglia lungo, invece di quello di pochi pollici che appare nella figura; ed in pratica, per ciascuna serie di galvanometri avremmo bisogno di due fili, de'quali l'uno servirebbe pel ritorno della corrente che passa per l'altro.

Ma Steinheil nel 1837 dimostrò, ed altri da poi confirmarono, che il filo di ritorno può esser soppresso, e venir rimpiazzato dalla terra, che fa il medesimo uffizio di quel filo; in guisa che, invece di adoperare due fili come innanzi sono stati descritti, in pratica poi, si attacca un sol filo all' estremo U del telegrafo di Dover, e l' altro capo di questo medesimo filo si attacca nell' estremo D di uno strumento simile, piazzato a Londra; indi si congiunge, mercè un più corto filo, il termine D dello strumento di Dover con i condotti di gas o di acqua, che sono a Dover, e parimente congiungesi l' attacco U dello strumento di Londra con simili condotti, esistenti a Londra, ed in tal modo ottiensi un circuito più perfetto e meno costoso; perchè da una parte s' incontra *meno resistenza* nel circuito, e dall'altra si risparmia il prezzo d'una metà di filo, quanta è quella del filo di ritorno. Quando non vi fosser condotti, si scava nel terreno, finchè non si trovi uno strato umido, e quivi si seppellisce una lastra di rame, da lla quale si fa partire un filo che va al telegrafo. La fig. 6 dichiara meglio la disposizione di tali cose. Vedesi a dritta una casetta ove trovasi un telegrafo, ed un altro si trova in corrispondenza nell'uffizio telegrafico, che scorgesi a sinistra.

La linea de' fili telegrafici si distende come vedesi disegnata; essi arrivano ne' luoghi destinati, mercè altri fili posti sotto la barriera della strada, e congiungon l' attacco D d' un galvanometro con quello U d' un altro. I rimanenti lati de' rispettivi galvanometri son congiunti con la terra, da una parte mercè un filo saldato ad una lastra di rame sepolta, e da un' altra parte per mezzo d' un filo che passa entro un pozzo. La linea punteggiata nella sezione del suolo mostra la direzione, secondo la quale la terra compie il circuito. Ogni stazione telegrafica è fornita d'un conduttore terrestre, analogo a questo, che oltre il suo uffizio ordinario (del quale più distesamente sarà qui a poco discorso), ci facilita la verifica di qualche difetto, tagliando in qualche punto il corso della linea.

41. Un carattere del circuito terrestre, maggiormente degno di nota, quello si è, che sembra non opporre alcuna resistenza alla circolazione della corrente, mentre che i fili metallici, i migliori fra tutti i conduttori, quasi tutti presentano una sensibilissima resistenza. Se la terra fosse una solida massa di metallo, non potrebbe più perfettamente agire. Immaginate dieci fili che entrano nell' uffizio di Londra (Fig. 10), e ciascuno si congiunga ad uno degli estremi d' un rispettivo galvanometro; mentre gli altri estremi di tutti questi galvanomentri sien congiunti rispettivamente a dieci fili legati a lunghe strisce di rame immerse in condotti d' acqua: qualsivoglia precauzione e spesa (§. 34) per render i fili isolati l' un dall' altro, lungo il loro camino, non è mai bastante, ed essi si trovano insieme confusi, e formanti quasi un sol cordone, appena si sono allontanati alquanto dal galvanometro. La linea punteggiata E di fili, a Ramsgate, Deal, e Dover (fig. 10) può servire d' esempio.

42. Or non ostante cotesta riunione di fili, purchè tutto sia ben ordinato lungo la linea, la corrente può esser trasmessa per uno di essi, senza che porzione alcuna passasse pei rimanenti nove. Questo fatto offre il più straordinario fenomeno d' un filo metallico (uno de' migliori conduttori dell'elettricità) che fa da isolatore perfetto, e non conduce. È questo il più spiccato de' fatti, quello che più da vicino ravvisiamo nelle condizioni del fenomeno. Assumiamo, come esempio, il caso di due soli fili: essi si trovano uniti, e congiunti al circuito terrestre prima di entrare nello strumento di Londra; da questo luogo a Dover si è avuto la cura di tenerli separati; ma dopo aver passato il telegrafo di Dover, sonosi nuovamente uniti, e congiunti col circuito terrestre, talmente da formare una catena continuata; e pure la corrente fatta passare per uno di questi fili ritorna pel circuito terrestre, nè porzione alcuna se ne trova nel filo contiguo. Ma, se per un particolare accidente, il circuito terrestre n' è separato, il fatto va tutt' altrimenti, e la corrente si mostra con azione contraria sull' altro galvanometro, perchè ora vi prende parte il filo contiguo, che nel primo caso n' era escluso.

43. Cotesta perfetta azione del circuito terrestre comunemente si attribuisce alla conducibilità. Il suo potere di condurre, noto a tutti come di gran lunga inferiore a quello de' metalli, è controbilanciato dalla sua enorme massa. Nel disegno della fig. 6, per esempio, la sezione di questa massa si considera esser così grande rispetto alla sezione, (di un sesto di pollice) del filo compagno, che la conducibilità di questo si può tenere come nulla.

44. Ritenendo quest' idea, consideriamo la terra come dotata del massimo potere conduttore, eguale a quello dell' acqua salata, che è un limite molto esteso. Il filo di ferro, secondo Cavendish (citato da Brande nella sua Chimica) conduce l' elettricità 4000 000 di volte meglio dell' acqua di mare. I nostri fili di ferro hanno un diametro d' un sesto di pollice; e, come si sa, il potere conduttore d' un corpo è proporzionale alla sua sezione. Con questi dati, un semplice calcolo numerico (14) ci mostra che una sezione cilindrica della massa della terra dovrebbe

---

(14) $\sqrt{4000\,000 \times \left(\frac{1}{6}\right)^2}$ pol. = 27, 77 piedi.

ssere di circa 28 piedi di diametro, perchè il suo potere conduttore fosse equivalente a quello d' un filo da telegrafo. Se pertanto un filo d' un sesto di pollice e questa tale sezione di terra fossero insieme presentati, come avviene in pratica, quali passaggi d' una corrente voltaica, una metà, esattamente, ne passerebbe per ciascuno. Ma nel caso che consideriamo, nessuna, quale che siasi, corrente va pel filo; quindi una massa di terra infinitamente più grande di quella innanzi detta si richiede, perchè agisca come conduttore. Se ci fosse qualche piccola traccia di corrente nel filo metallico, potremmo istituir un calcolo: così se ve ne fosse $\frac{1}{100}$ o $\frac{1}{500}$, il diametro del cilindro di terra dovrebbe essere 277 piedi, o 613 piedi; ma nel fatto non è così. Aggiungi, che nella stazione di Londra vi sono nove fili, e perciò i numeri precedenti debbono esser moltiplicati per $\sqrt{9}$ ovvero 3, e si ha 831 o 1839 piedi di diemetro. Oltre a ciò, otto di questi fili compagni sono per molte miglia più corti di quello messo ad esame, e perciò i numeri precedenti debbono essere ancor più accresciuti.

46. Ma non si estendono fin qui le difficoltà che s'incontrano nello studio dell' azione della terra. I materiali solidi che in essa si trovano sono meschini conduttori; dobbiamo perciò ricorrere ai fluidi, e ai corpi composti che in essi si trovano in dissoluzione. Or Faraday ci ha insegnato, che « senza scomposizione non può aver luogo il trasferimento dell' elettricità » (*Researches*, §. 855); quindi l' umidità o il liquido contenuto in un enorme cilindro di terra d' un diametro non minore di 2000 piedi, e che si estende per 88 miglia, deve soffrire una scomposizione, e dare l' idrogeno a Londra e l' ossigeno a Dover, affinchè la terra possa agire come conduttore, e formare l' altra metà del circuito tra queste due stazioni.

47. *La terra riserbatoio d' elettricità.* — Per lungo tempo ho veduto in quale confusione cotesta questione ci mena; nè ho potuto ammettere l' esistenza di azioni così immense quanto quelle alle quali siamo stati condotti nelle superiori ricerche, e per le quali siamo obbligati o a rigettar del tutto l' idea di conduzione, per quanto concerne la terra, o pure di considerar questa come un vasto *riserbatoio* di elettricità. Sappiamo che se una nube abbia molta elettricità, sia *positiva* o *negativa*, un fulmine tosto coglie questa occasione per lanciarsi sulla terra e ristabilire l' equilibrio. In simil guisa il conduttore di una macchina elettrica, carico di elettricità sia positiva o negativa, è immediatamente scaricato, e rimesso nello stato normale, facendolo comunicare col suolo; nel modo stesso il polo d'una pila soffre una certa scarica se venga messo in contatto col suolo. Prendiamo ad esempio la esperienza di Gassiot. Egli isola una combinazione voltaica con colonne di cristallo, sopra una stufa d' Arnott. » Se in questo stato, uno de' poli si tocca con la mano la sua tensione elettrica è apparentemente distrutta, le foglie dell' elettroscopio ad esso congiunto si tengono unite, mentre quelle d' un altro elettroscopio congiunto all' altro polo giungono alla loro massima divergenza . . . In generale il mezzo di accumular la tensione d'un polo è quello di toccar l' altro ».—(*Phil. Trans.* 1844 part. 1. p. 46). Nel nostro caso ambi i poli della pila son congiunti alla terra, l' uno a Londra, e l' altro, per mezzo d' un lungo filo conduttore, a Dover. E pare che essi sono rispettivamente neutralizzati, l' uno della elettricità positiva, e l' altro dalla negativa che dalla terra sviluppansi, o, adoparando altro modo di dire, il polo positivo della pila cede l' elettricità alla terra, a Londra, e il negativo cede la negativa, mercè l' indicato filo a Dover, o al contrario.

48. L' improbabilità dell' antica idea della conducibilità della terra è più che confermata dalle recenti sperienze fatte da Breguet con i fili telegrafici sulla linea della strada ferrata tra Parigi e Roano. Tali sperienze sono state descritte dal Moigno alla pag. 210 della sua *Télégraphie Électrique*, ultimamente pubblicata a Parigi. Il fisico francese costrusse due bussole de' seni (§. 16), per quanto più potè simili, e d' azioni molto uniformi, a fin di misurare, al tempo stesso, il valore delle correnti alle due stazioni rispettivamente. Fece passar la corrente tra Parigi e Roano in due modi diversi, nel primo caso mercè un circuito interamente di filo, e nell' altro mercè un circuito metà filo e metà terra. Sostituendo il circuito terrestre al filo di ritorno, ridusse sempre la resistenza ad una metà; in altri termini, un circuito di quaranta miglia di filo, ed un altro di 40 miglia di filo e 40 di terra presentano la medesima resistenza; per modo che la terra non oppone resistenza alcuna al passaggio della corrente, e quindi non agisce come conduttore. Il Moigno considera la terra come « un riserbatoio, o una fossa, ove l' elettricità » positiva da una parte e la negativa dall' altra si vanno » a perdere o sono assorbite ». Gauss di Gottinga è della stessa opinione; egli riguarda la terra come assorbente o aspirante l' elettricità. La questione, intanto, rimane tuttavia insoluta. Ma ciò importerà poco per noi il conoscere se la terra agisca realmente per produrre il trasporto della corrente, finchè comprendiamo l' effetto pratico del filo terrestre. E questo bene inteso, possiamo ora continuare la nostra descrizione.

49. *Le chiavi dello scampanìo*, impiegate per trasmetter una corrente lungo un filo consacrato unicamente all' allarme, furon passate sotto silenzio nelle prime esposizioni di nostre ricerche (§. 31), come che richiedevano la conoscenza del circuito terrestre, per meglio intendere il loro modo d' agire. Possiamo ora descrivere primamente la forma semplice, e quindi quella perfezionata. La prima trasmette la corrente per tutto il filo, da capo a capo, la seconda lo trasmette dalla stazione dello

scampanio, all' uno o l'altro de' capi del filo. La fig. 7 rappresenta una sezione della prima, insieme alle sue congiunzioni con la calamita temporanea dell' allarme o scampanio (15) (fig.4, §. 28); ommettendo ogni altro aggiustamento e sostegno. A è un piccol tamburro d' ottone del diametro di $\frac{1}{4}$ di pollice e della stessa lunghezza, forato secondo la sua lunghezza e per circa la metà, da due fori *f* e *g*, contornati d'avorio. Su i lati, e perpendicolari a questi primi due fori se ne trovano due altri *c* e *z* che incontrano i primi, e che come questi sono contornati d' avorio. Le interne guarniture d' avorio de' fori *c* ed *f* sono in modo disposte da far sì che i fori s' incontrino, avendo cura a non lasciare esposto il metallo; un solido filo d' ottone è conficcato in *f*, ed una vite è avvitata in *c* in modo da incontrare quel filo. Alla stessa guisa son le cose disposte fra *z* e *g*. Un filo metallico è attaccato in *f*, ed un altro in *g*, congiunti rispettivamente con i poli rame e zinco della pila. In tal modo le teste delle viti *c* e *z* rappresentano i poli della pila, interamente isolati dal resto de' materiali circostanti.

La chiave dello scampanio è attualmente nello stato di riposo. Or essendo A di ottone; *b'* essendo una molla d' acciaro; *d* un filo di rame che va alla calamita temporanea; B due rocchetti su i quali è appoggiato un filo di rame; *e* la linea che va, per esempio, a Ramsgate, se questo strumento stesse a Canterbury (fig. 10 §. 51); E il circuito terrestre tra Ramsgate e Ashford; *a* il filo tra Ashford e Canterbury; e *b* una altra molla d'acciaro; tutto questo insieme costituisce un circuito, in modo che se una corrente si trasmette nel filo da un punto qualunque del circuito, essa passerà per l' apparecchio in discorso, ed agendo sulla calamita temporanea metterà in moto lo scampanio.

Per fare uso di quest' apparecchio, e far sì che esso trasmetta una corrente da un capo all' altro, si fa girare il tamburro per un quarto di giro, affinchè la testa della vite *c* vada a premere la molla *b'*, e quella della vite *z* vada a premere la molla *b*; così s' apre il circuito e la corrente passa nella direzione indicata dagli strali, da un capo all' altro, lungo la linea, mettendo in moto gli scampanii. L' apparecchio è munito d' una grande molla per rimettere il tamburro nella sua natural postura, quando si rimuove la mano.

50. Ma è agevole l' intendere che, con questa chiave, se l' assistente al telegrafo di Canterbury volesse richiamar l' attenzione di quel di Ramsgate, egli farebbe ad un tempo suonar lo scampanio in Ashford, ciò che mal corrisponderebbe allo scopo, e farebbe impiegare inutilmente la forza della corrente. A questo riguardo ho immaginato l' altra forma di chiave dello scampanio che vedesi nella fig. 8, e che trasmette la corrente sia da un lato sia dall'altro sulla linea telegrafica, secondo il bisogno il richiede, e col produrre lo scampanio in una sola direzione, economizza la forza. Tutte le stazioni intermedie le ho provvedute, con molto vantaggio, di questo medesimo apparecchio.

Consideriamo la chiave B dello scampanio essere a Canterbury, ove col fatto se ne trova una; *a* rappresenta il filo del tratto superiore della linea telegrafica, il quale va da Canterbury ad Ashford, cominciando dal chiodo metallico *s*; la linea *e* rappresenta il filo del tratto inferiore della linea medesima, che va da Canterbury a Ramsgate, partendo da un altro chiodo simile ad *s*; la linea punteggata E' dinota il circuito terrestre tra Ashford e Ramsgate; *b* e *b'* son due grandi molle d' acciaio, che fortemente premono su i chiodi *s*; queste molle son congiunte rispettivamente ai due capi della calamita temporanea B per mezzo di fili *c'*. Fin qui si ha un circuito completo, così che qualunque altra stazione può trasmettere una corrente, per esempio, nella direzione degli strali, e far suonare lo scampanio di Canterbury. Il tamburro A è d' ottone come quello della fig. 7, ed allo stesso modo forato in *f* e *c* ed in *g* e *z*, ed in questi fori vi sono introdotte delle interne guarniture d' avorio; ma invece di esservi in *c* e *z* delle semplici teste di viti, si trovano in *c* un corto e grosso filo, ed un altro più lungo in *z*. E è un altro pezzo d'ottone, dal quale parte un filo *e'*, che si distende entro la terra a Canterbury. Se ora si meni in giro il tamburro, in una direzione o nell' altra, suoneranno gli scampanii del tratto superiore o quelle del tratto inferiore. Descriveremo per ora il primo modo.

Muovendo il tamburro, il filo *c* solleva la molla *b'* dal suo chiodo *s*, e continuando il movimento, l' altro filo *z* tocca la congiunzione terrestre E. Così, come in operazioni consimili (§. 25 e 49), si stabilisce il circuito, congiungendo i poli *c* e *z*. La corrente, venendo dall'estremo rame della pila, mercè il filo *f*, va alla molla *b'*, senza invadere il tamburro, per l'isolamento che stabilisce l'avorio; quindi dalla molla *b'* passa alla calamita temporanea B, e pel filo *c'* ascende nella molla *b* e va al chiodo *s*; da quivi passa per *a* e va ad Ashford, dove entra nella terra, e donde va in E per mezzo del filo *e'*, e finalmente giunta in E torna all' altro polo della pila. In questo caso il filo *e*, che va a Ramsgate, non è incluso nel circuito, e la corrente attraversa la linea in una direzione soltanto. Se il manubrio del tamburro si muovesse in direzione opposta alla precedente, la corrente passerebbe pel tratto inferiore della linea, e gli scampanii dell' altro tratto rimarrebber silenziosi. Una molla riconduce il tamburro alla sua posizione verticale.

(15) In vece della parola allarme, adopereremo d' ora innanzi, l' altra *scampanio*, con che intendiamo tutto il meccanismo che produce il suono e sveglia l' attenzione del telegrafista. *N. d. T.*

51. *Sistema di telegrafi.*—Dopo aver data una esposizione dettaglio di ciascuna delle parti componenti una linea telegrafica, passiamo ora a studiar più da vicino la maera con che sono insieme combinate in un sistema gerale. La Compagnia della strada ferrata South-Eastern ssiede un peculiar sistema di telegrafi. Questi sono da r loro stessi completi, nè vanno associati sia elettricaente sia commercialmente, a qualunque altra linea. Si stendono da Londra a Rochester, e da Londra a Dover, n diramazioni alla strada di Kent, a Tunbridge Wells, Maidstone, e a Ramsgate, Deal, Margate; l'intea estensione n'è di circa 182 miglia. La fig. 9 è una appa del distretto, e mostra la posizione geografica di iascuna stazione telegrafica, insieme alla parte di strada errata. Alla stessa compagnia appartiene una linea di trada ferrata di 46 miglia, da Reigate a Reading, sulla uale non è stata fin'ora stabilito il telegrafo; e apparengon pure altre linee di strada, non completate ancora, la Tunbridge Wells ad Hastings, e da Ashford a Rye, icino ad Hastings.

La fig. 10 è una pianta rappresentante la disposizione degli strumenti telegrafici in questo distretto. Le rette parallele dinotano i fili, distinti com'è d'uso dai numeri 1, 2, 3, 4, ec.; le rette coi mezzi punti sono quelle degli scampanii, e quelle con punti interi sono de'galvanometri; un sol punto dinota un telegrafo ad un solo ago, (fig. 3. 15), e i doppii punti, racchiusi in un cerchio, servono per indicare un telegrafo a doppio ago, ovvero che ha due galvanometri (fig. 14.)

52. Le stazioni son disposte in gruppi di non più di sei o sette per ogni gruppo. Le rette nella pianta sono *continuamente* prolungate da un estremo all'altro del gruppo: dove esse pongon termine o pure son divise, là pure termina il gruppo. Il nostro più importante è quello dei fili 1 e 2, che vanno da Londra a Dover; vedonsi questi fili passare per tutte le stazioni inferiori, delle quali solo le più importanti di Tonbridge, Ashford e Folkstone sono fornite di telegrafi che si corrispondono secondo questa linea, oltre le stazioni estreme. Nel passare i fili per queste stazioni, s'inseriscono quei soliti legami o anelli di stoviglia per congiungere i rispettivi telegrafi alla linea principale, come altrove fu dichiarato (§. 37). Un secondo paio di fili, numerati 3 e 4, si distende da un capo all'altro della linea telegrafica per congiungere le stazioni meno importanti; questi fili pertanto si spezzano e terminano a Reigate, Tonbridge, Ashford e Folkstone, talmente da formare cinque gruppi più piccoli di 3, 5, 6, 3 e 2 stazioni rispettivamente. La linea tra Londra e Dover componesi di cinque telegrafi a doppio ago e lo scampanio è nell'uno o nell'altro de' fili de' galvanometri, come lo mostra la pianta. Taluni de' piccoli gruppi hanno essi pure telegrafi a doppio ago, e lo scampanio nell'uno o nell'altro de' due fili; ed altri hanno telegrafi ad un solo ago, i quali occupano un sol filo pel galvanometro, ed un altro per lo scampanio. Da Londra a Reigate, compreso Merstham sonovi tre telegrafi a doppio ago; da Dover a Folkstone due; da Reigate a Tonbridge, incluse le stazioni intermedie v'ha cinque telegrafi ad un solo ago sul filo 3, e cinque scampanii sul filo 4; lo stesso ha luogo per le sei stazioni da Paddock Wood ad Ashford, inclusivamente; e per le tre da Ashford a Folkstone inclusa. Un terzo paio di fili, vedesi da Reigate al foro stradale al di là di Merstham. Due altri fili si distendono da Londra alla stazione di Bricklayer's Arms, e quattro da Gravesend e Rochester; che in tutto forman dieci fili, che entrano nella stazione di Londra. È agevole intanto lo scorgere che il numero de' fili che sono sulla strada ferrata non vuol dire, come molti s'immaginano, che i telegrafi d'Inghilterra richiedano molti fili pel loro servizio, ma meglio che vi sia un estesissimo sistema ed un gran numero di stazioni che vengono amministrate. Per quanto riguarda il telegrafo, avremmo potuto usare due fili tra Londra e Dover, o anche un solo, e congiungere a questo ciascuna stazione; ma così facendo avremmo affollati i fili con un gruppo di diciotto stazioni, e siccome due coppie di stazioni non avrebber potuto usare la stessa porzione di fili allo stesso tempo, le comunicazioni tra Dover e Londra sarebbero state perfettamente interrotte; e queste, alla loro volta, avrebbero interrotte le altre. E quindi, sebbene ogni stazione sarebbe stata nel nome una stazione telegrafica, nel fatto poi sarebbe avvenuto un continuo indugio, e vi sarebbe stata una confusione o interruzione.

53. La linea *North-Kent*, da Londra a Rochester, ha, in simil modo, un gruppo di cinque stazioni principali con due fili; e due gruppi più ristretti, di sei e sette stazioni rispettivamente, in una seconda coppia di fili. Ognuna possiede un telegrafo a doppio, con lo scampanio in uno de' fili del galvanometro.

Le diramazioni da Tonbridge Wells a Maidstone, a Ramsgate, a Deal, ed a Margate, hanno ciascuna due fili per ogni telegrafo a doppio indice, nelle stazioni segnate sulla pianta, ed un terzo filo per lo scampanio. A Tonbridge, vi sono delle piccole stazioni che hanno telegrafi ad un solo indice e gli scampanii sullo stesso filo del galvanometro; a Tunbridge Wells ve ne ha di quelle che hanno i telegrafi in un filo, e gli scampanii in un altro. In questo modo si hanno diverse maniere di combinar tra loro gli strumenti telegrafici.

54. Si disse (§. 40) che ogni stazione è fornita del circuito terrestre, e si fece eziandio vedere come tutti i gruppi devono andare a metter capo nel suolo; quindi l'uso del circuito terrestre a Margate, Ramsgate, Deal, Dover, Maidstone, Tonbridge Wells, Londra, Rochester, ec. è facile ad intendersi. E nel descrivere la chiave dello scampanio (§. 49) si mostrò l'applicazione del circuito

terrestre per fare suonare gli scampanii in quella direzione che si vuole.

55. *Apparecchio muto* (*silent apparatus*). V' ha pure una terza applicazione del circuito terrestre, della quale ci avvalghiamo a Tonbridge, Ashford e Folkstone, sulla linea principale, e a Lewisham, Woolwich e Gravesend sulla linea North-Kent. Prendasi la stazione di Tonbridge come esempio, e si tenga presente che abbiamo rappresentato con 1 e 2 i fili che seguono una continuata corsa da Londra a Dover, e comprendono il telegrafo di Tonbridge: posto ciò, se Londra trasmette una segnalazione a Dover, o al contrario Dover la trasmette a Londra, questa deve esser veduta eziandio sul telegrafo di Tonbridge; e se quivi si fa una segnalazione per Londra, esse devesi pure vedere a Dover; poichè il circuito comincia dalla lastra di rame, che sta nel suolo a Londra e si distende per non interrotto filo sino a quella conficcata nel suolo a Dover, e quantunque non si richieda che la corrente vada sino a Dover, pure in questo caso deve andarvi per congiungersi alla terra e completare il circuito. Ma se facciamo sì che con un mezzo si possa congiungere la detta corrente al suolo nella stazione di Tonbridge, la esimeremo da un lungo ed inutile tragetto, ed entrerà ad una volta nel suolo al luogo il più vicino. Se intanto, quando da Tonbridge si corrisponde con Londra, distendiamo dal suolo di Tonbridge due piccoli fili ai fili della linea che vanno dal lato di Dover, intercettiamo il corso alla corrente da questo lato, e costringiamo i nostri segnali ad andar solo per la direzione richiesta, cioè verso Londra: passando il filo terrestre dall' altro lato del telegrafo di Tonbridge cioè dal lato che mena a Londra, facciamo passare ancora i nostri segnali dal lato opposto al primo. Un piccolo congegnamento da noi chiamato, apparecchio muto (*silent apparatus*) è destinato per mandare ad effetto questa operazione prontamente. La sua faccia vedesi sulla parte bassa dello strumento (fig. 1), con un indice, che mostra la sua postura per l'una o l' altra operazione. Quattro molle, due pei fili che vengono allo strumento dal lato di Londra, e due per quelli che vengono da Dover, stanno disposte in un cilindro di bosso; una striscia d' ottone congiunta al filo terrestre è incassata nel legno, e col girare il cilindro in una direzione, la striscia d'ottone va a toccare le molle che stanno dal lato di Londra, e girando il cilindro nel verso opposto, il contatto avrà luogo con le molle dal lato di Dover; in questo modo si vengono a congiungere con la terra i fili che vengon da Londra, nel primo caso, e quelli che vengon da Dover nel secondo.

Questa operazione possiede un doppio vantaggio: il primo è quello che, riducendo a metà la distanza, ci abilita a poter lavorare con una meno poderosa pila; e l' altro, col confinare i nostri segnali in una metà del filo, lascia l' altra metà libera alle altre stazioni; e così mentre Tonbridge segnala a Londra, Ashford può segnalare, sulla continuazione dello stesso filo, a Dover. Il nome di cotesto apparecchio è derivato da un altro congegno del quale esso è fornito: nel fissare l' indice sulla parola *silent* (silenzio) muoviamo una striscia d' ottone in congiunzione metallica con le molle che stanno da ciascun lato di uno de' galvanometri, ed un altra striscia simile con quelle d' un altro galvanometro; formiamo quindi un breve circuito (16), e facciam che i nostri proprî segnali appaiano su i nostri proprî strumenti soltanto, e otteniamo ancora che le segnalazioni tra le altre stazioni passassero oltre, senza entrare ne'nostri telegrafi, appunto come se i fili non entrassero affatto nella stazione di Tonbridge. L' apparecchio muto nella linea North-Kent è formato sul medesimo principio, ma con una diversa costruzione.

56. Con la precedente disposizione tutta la linea è munita di telegrafi, nè alcuno di essi è affollato; ed un esame della pianta mostrerà che, mentre una stazione non è in comunicazione diretta con un gruppo, può trasmettere le sue segnalazioni per mezzo d'un'altra stazione che lo sia; per esempio Londra invia una segnalazione a Penshurst sia per Reigate, sia per Tonbridge.

57. *Commutatori* (17) (*turn-plates*). — Comunemente le diramazioni telegrafichè secondarie metton capo alle stazioni di *congiungimento*, come la diramazione di Deal va a congiungersi a Minster, quella di Ramsgate ad Ashford, quella di Maidstone a Tonbridge, quella di North-Kent a Londra. Or vi sono dei congegni proprii per trasferire a volontà la corrente dei fili di diramazione in quelli della linea principale, quasi al modo stesso con cui i carri sono trasportati da una linea nell'altra sulle strade ferrate. L'apparecchio da me immaginato a questo proposito, e che ho chiamato *turn-plate* (commutatore), è un cilindro di bosso, nel quale son incastrate talune strisce d' ottone, ed è montato, per cautela, entro una piccola scatola di mogano; una serie di molle d' acciaio premono sopra ambi i lati del cilindro, e ciascuna si congiunge ad un filo, al di fuori della scatola. Le strisce d' ottone son così disposte che in una posizione del cilindro le molle si trovano, secondo una disposizione, a due a due congiunte per mezzo delle striscie d'ottone sul cilindro incastrate, e con un quarto di rotazione esse si congiungono secondo un'altra disposizione. Tutto ciò sarà meglio dichiarato quando

---

(16) Ovvero una *derivazione*. *N. d. T.*

(17) Abbiamo così trodotto il vocabolo inglese *turn-plates*, seguendo il chiaro prof. *Palmieri*, che ha dato lo stesso nome ad un congegnamento che nella macchina *d' Ampère* fa un analogo uffizio del *turn-plate*, qual' è quello d' invertire o divertire la corrente dal suo corso primitivo. Commutatore ancora è il cilindro B (fig. 5) escritto nel par. 25 *N.d.. T.*

scriveremo l' interno d' un officio telegrafico (§. 62) : per ora ci sarà sufficiente sapere che in uno de' casi le due molle che s'attaccano ai fili di diramazione son congiunte rispettivamente con quelle del circuito terrestre alla stazione di congiungimento , mentre la linea principale è aperta da un capo all'altro; nel secondo caso le due molle de' fili di diramazione si congiungono rispettivamente con i due fili che menano al tratto superiore della linea , mentre i due fili del tratto inferiore vengon congiunti con la terra alla stazione di congiungimento. In quest'ultimo caso i segnali da Londra, invece di passare per Dover , scendono nelle diramazioni , come sia a Maidstone, a Ramsgate ed anche a Deal; il che arreca a Londra l'immenso vantaggio di poter da se stessa comunicare direttamente con le linee secondarie , senza alcun altro aiuto delle stazioni intermedie , fuori quello di ricondurre, o sciorre i fili secondarii : questo metodo è indicato dalle linee punteggiate ad Ashford. Il più esteso circuito che così otteniamo è di 133 miglia da Deal a Rochester. Dirò ancora che , mentre questi commutatori permettono alla stazione di Londra e alle stazioni del tratto superiore di potere direttamente corrispondere con le stazioni delle diramazioni secondarie , lo stesso vantaggio non arrecano a Dover ed alle stazioni inferiori , perchè ciò fin' ora non si richiede.

58 *Commutatore a doppio effetto.*—Nella mia stazione di Tonbridge ho fissato un commutatore a *doppio effetto* (fig. 12) per la congiunzione de' fili , che partono dalla mia residenza; e l' ho così chiamato, perchè non cessando di essere un sol cilindro, come quello precedentemente descritto , le strisce d' ottone e le molle vi sono però così distribuite , da poter mettere il mio telegrafo in comunicazione sia con Londra e con la linea Noth-Kent , sia con Dover e con le diramazioni secondarie, come la circostanza il chiegga. Ma col metter questo , o qualunque altro telegrafo di diramazione , in comunicazione con un telegrafo del tratto inferiore della linea , i segnali , o nell'uno o nell'altro, devonsi leggere a rovescio, a meno che non si aggiungesse allo strumento un apparecchio per invertire le congiunzioni , e raddizzare la segnalazione. Con un poco di pratica , intanto , leggiamo prontamente anche a rovescio.

Commutatore ad un filo.— V'ha una terza specie di commutatori che si adoperano per convertire il telegrafo a doppio indice in un telegrafo ad un indice solo , facendo in modo che le correnti che andar dovebbero ad entrambi i galvanometri, vadano ad in un solo di essi, e si usa questo commutatore quando avvenisse un contatto tra i fili della linea. Nelle stazioni intermedie uno di cotesti commutatori è così costituito che sia il filo del tratto superiore sia quello del tratto inferiore può esser congiunto ad uno de' galvanometri : alle stazioni estreme esso è così disposto che le correnti di due fili possono esser dirette nell'uno o nell'altro de' galvanometri ; e ha dippiù una peculiar posizione, in virtù della quale Londra si svincola del circuito, quando vi si trova la stazione di Bricklayers' Arms.

60. Si vede dalla pianta , che i due fili procedenti da Dover , si biforcano o diramano , e vanno a por capo e a Londra e a Bricklayers' Arms ; ciascuno de' due fili 1 e 2 terminando a foggia d' un Y. Per questa circostanza un segnale che venisse da Dover si dividerebbe nel punto di congiungimento , andandone una metà a ciascun estremo; ma il fatto non è così ; poichè il circuito sarà aperto solo per Londra , e Bricklayers' Arms può parteciparne se i fili son liberi , dopo aver operato a Londra mercè il secondo telegrafo, o i fili 5 e 6, che sono tra le due stazioni. Ciascuna stazione ha un commutatore , e con un quarto di rotazione può aprire o chiudere il circuito. Quando Londra permette all' altra stazione di chiuderlo , essa stessa lo apre , e di nuovo lo chiude quando da Bricklayers' Arms si dà notizia che l'operazione è finita. Sonovi de' speciali commutatori a Gravesend e Woolwih , mercè i quali Rochester o Londra posson esser messi in comunicazione diretta con alcune minori stazioni della linea North-Kent.

61. La pianta è disegnata secondo una scala , ma, per sola commodità le diramazioni son poste ad angolo retto. Le distanze delle stazioni da Londra si posson vedere nella tavola pubblicata alla fine del libro. Io ho dato le posizioni relative rispetto a Lewisham, stazione del R. Osservatorio di Greenwich, che ne dista per 84 catene e 20 links, poichè spero che voglia venire il giorno quando i fili conduttori del tempo (18) si distendano tra l' osservatorio e la strada ferrata pel trasferimento del tempo medio, e per la determinazione delle longitudini.

62. *Uffizio telegrafico.*—Nel corso della nostra descrizione abbiamo avuto più d' una volta l'occasione di parlare staccatamente delle varie disposizioni e de'varii congegnamento d'una stazione telegrafica , ma ora facendoci nell' interni d'un' Uffizio , esamineremo pienamente molte cose , le qual fin' ora sono state state parzialmente descritte. L' Uffizio di Tonbridge ci servirà di guida nella nostra descrizione. Dalla pianta (fig. 10) , si può vedere la sua posizione di comando : esso si trova alla metà della strada tra la capitale e la costa , ed in una posizione centrale, rispetto al rimanente del distretto. Da cotesto Uffizio si dirige l' intiero dipartimento telegrafico ; quivi abbiamo ogni opportunità per mantener l' integrità del lavoro della li-

(18) Cotesti fili son quelli che debbono mettere in communicazione più oriuoli con quello astronomico dell' osservatorio , affinchè tutti segnassero la stess' ora nello stesso istante. L'idea di questa novella applicazione dell' elettromagnetismo è dovuta allo stesso Wheastone. *N. d. T.*

nea, pulire e riparare gli strumenti, e fornir di pile le stazioni; e quivi finalmente teniamo le notre riserve. Da questo luogo possiam prestare qualunque soccorso alle altre stazioni, e siamo la loro prima risorsa in tempo di sfortunio e di difficoltà, incaricandoci dei loro messaggi, quando la loro forze son divenute impotenti, ed assicuriamo così il successo del lavoro della linea.

63. Per render, per quanto sia possibile, completa questa stazione, l'ho fornita d'un assortimento di apparecchi in modo da servire mirabilmente al nostro attuale disegno. La fig. 11 presenta un esatta veduta dell'interno dell'uffizio di Tonbridge, quale attualmente si trova. Sopra una tavola sono posti quattro telegrafi, ed un quinto sta su d'un appoggio nel muro. I fili conduttori, che son di rame coperti di cotone, entrano nella stanza pel di sopra della finestra, e passando oltre, vanno a congiungersi ai rispettivi galvanometri, sotto l'intarsiato. Talune delle pile sono in ripostigli sotto la tavola, ed altre sono in una apposita stanza nel cortile della stazione. La divisione che si vede sulla sinistra serve, secondo le regole del servizio telegrafico, ad impedire il passaggio al pubblico.

64. La fig. 12, disegnata sopra una scala, mostra i fili e gli strumenti, che vedonsi ai loro posti nella fig. 11. I fili sono segnati in corrispondenza con quelli della linea (fig. 10) dai quali, in sostanza, essi derivano. Essi veggonsi numerati sulla loro dritta: i numeri 7, 8 e 9 sono i fili di Tonbridge Wells; la lettera U è messa sulla dritta dei fili del tratto superiore della linea telegrafica, e la lettera D sulla dritta di quelli del tratto inferiore. Un filo del tratto superiore è uno di quelli che vengono dalla via di Londra; un filo del tratto inferiore viene dal lato di Dover. L'ultimo filo segnato con una E, è il filo che stabilisce il circuito terrestre, congiungendosi con i condotti del gas.

65. A è una tavoletta di mogano sostenente i parafulmini di ciascun filo della linea, secondo l'antica forma di parafulmini. Un'appendice d'ottone, munita di punte e d'una piccola palla, è attaccata a ciascun filo, ed un'altra simile se ne trova rincontro a ciascuno, senza però che sieno attualmente in contatto. Queste seconde appendici sono avvitate sopra una striscia di ottone che si congiunge al filo terrestre E, come vedesi nella parte superiore del sistema. Secondo questa disposizione le cariche atmosferiche, raccolte dai fili della linea, vanno a scaricarsi mercè le punte alle palle nel suolo; e col fatto ne' tempi burrascosi, vividissime e forti scariche succedonsi tra queste palle; ma è pur vero ancora che spesso le cariche rimangono per danneggiare gli strumenti, per modo che questi conduttori sono stati eliminati. La tavoletta prossima all'altra A porta dei parafulmini disposti secondo un nuovo principio, come nella fig. 13 può vedersi, e del quale sarà discorso più innanzi (§. 81 ec.)

66. B è una tavoletta munita di tre verghe d'ottone. La superiore E vedesi in congiunzione col filo terrestre E, e forma così una continuazione del filo terrestre, portato, per sola convenienza di disegno, in prossimità del fondo dello strumento. Le altre segnate *c* e *z* sono rispettivamente congiunte coi poli rame e zinco della pila. Esse si distendono lungo la tavoletta, perchè la corrente della pila sia più vicina agli strumenti. Per evitar confusione ne ho disegnato una soltanto.

67. La tavola con i suoi quattro strumenti, che si vede in prospettiva nella fig. 11, nella figura 12 è segnata in pianta. Il telegrafo, prossimo alla finestra, innanzi al quale si vede seduto il telegrafista, attento alla segnalazione, e del quale strumento se ne può vedere l'elevato nella fig. 14, è quello che comunica con Londra e Dover. 2 è lo strumento ad un solo ago, che può vedersi disegnato nella fig. 14: Questo è il termine d'un gruppo telegrafico, che il suo cominciamento a Reigate. 3 è un telegrafo, che ha il compagno a Tonbridge Wells. 4 è il telegrafo che termina il gruppo che ha cominciamento a Maidstone, e per farlo cadere nel disegno, l'ho amosso alquanto dalla sua vera postura. La congiunzione tra questi cinque telegrafi e quelli delle altre stazioni può vedersi nella fig. 10. In un solo di essi, quello n. 2, ho mostrato come esso si congiunge coi poli della pila, il che si fa mercè fili che vengon dalla tavoletta B e si congiungono ai capi del galvanometro. Ho segnato i punti d'attacco *c* e *z* del telegrafo nello stato di riposo, ed ho ommesso i fili di congiunzione per non render troppo confuso il disegno. Ho dato il contorno dei soli galvanometri e delle calamite temporanee in tutti gli strumenti, potendosi facilmente intendere le loro congiunzioni. Dal filo terrestre E muove un filo che va a tutti gli altri. Ai n. 1, 2 va direttamente; a quelli 4 e 5 vi giunge per una via tortuosa, mercè i commutatori *a*, *b*, *c*. I fili che partono dal lato sinistro del galvanometro, vanno tutti sul tratto superiore della linea, ossia verso Londra; quelli congiunti alla destra dello stesso galvanometro vengono da Londra. Tutto ciò si può vedere tracciando i fili nella pianta. Quando questi s'incrociano in pianta, convien por mente che essi nel fatto non si toccano. È agevole il tracciare i fili che senza interruzione vanno verso sopra alla tavoletta A; ma si richiedono più ampi dettagli per intendere quel che avvenga di quelli il cui cammino avviene a traverso un commutatore.

68. Il commutatore *c* (§. 57) stabilisce la communinicazione tra Maidstone e Londra; il doppio commutatore *a* (§. 58) pone in comunicazione il telegrafo del sopraintendente con Londra e con Dover; l'altro commutatore semplice *b* (§. 59) serve a congiungere entrambi i fili sia del tronco superiore sia dell'inferiore della linea con lo stesso galvanometro, nei casi di riunione tra i fili della linea. Ho già precedentemente esposto la costruzione ed i principii generali secondo i quali son formati questi com

utatori; nè quivi posso darne il disegno d' una sezione, sendo troppo piccola la scala del disegno: ciò non ostante ne può intender l' uso, prendendo ad esame il filo 1, rimamente, nel tempo in cui è aperta la comunicazione a Londra e Dover; e in secondo luogo, quando si è abilita la comunicazione tra Londra e Maidstone.

69. Nel primo caso si vede il cammino della corrente, quindi quello che percorre il segnale che va da Londra Dover, seguendo i piccoli strali che veggonsi segnati. sso entra nella presente stazione di Tonbridge pel filo periore 1, il primo filo a sinistra del commutatore *a*, ve entra pel secondo punto d' attacco; attraversa la scatola il cilindro, ed esce per l' attacco immediatamente opposto, perchè così avvenga, tiene il cilindro del commutatore n questa posizione un pezzo d'ottone per ogni lato, e questi ue pezzi sono messi a contatto mercè un altro pezzo d'otone che attraversa il cilindro. La corrente quindi passa in inea retta al commutatore *b*, vi entra pel secondo punto l' attacco nella sinistra, passando nella direzione dello trale contiguo, lo abbandona andando pel primo attacco uperiore dallo stesso lato, e per questo sul cilindro d'un al commutatore, evvi incassato un' appendice d' ottone li lunghezza sufficiente perchè le molle di entrambi questi attacchi potessero premerlo. Dopo ciò la corrente va l commutatore *c*, ove entra per il primo o superiore atacco di sinistra, ed esce pel secondo attacco dello stesso ato, con una congiunzione del tutto simile a quella or descritta. Quindi segue il suo corso, senza interruzione, sino l telegrafo, ove entra dal lato sinistro del galvanometro a sinistra, di cui ne percorre il filo, e dopo passa in quello della calamita temporanea dello scampanio. Allora il suo corso continua per l' attacco superiore sulla dritta del commutatore *b*, donde n' esce pel secondo attacco sullo stesso lato, e lasciando la stazione continua il suo cammino verso Dover pel filo inferiore n. 1, D.

70. Descriviamo ora il camino della corrente per lo stesso filo superiore 1, quando il commutatore *c* trovasi in posizione tale da mettere in comunicazione Londra con Maidstone. La corrente segue lo stesso camino di prima finchè non giunga al commutatore *c*, ove entra per l'attacco superiore sulla sinistra, attraversa la scatola ed il cilindro, e n' esce per l'attacco superiore di dritta; quindi discende alla sinistra del galvanometro a sinistra del telegrafo n. 4, che è il corrispondente con Maidstone; ne percorre il filo e continua la sua corsa per Maidstone a traverso il filo inferiore 3, che diviene il n. 1 nel ramo Maidstone a Paddock Wood, come si vede dalla fig. 10. Or i commutatori sono talmente costruiti che mentre essi stabiliscono un peculiar contatto per una parte della linea, come si vuole, ne stabiliscono un altro ancora per quella parte che non si richiede, ponendo i fili che vanno a questa parte in congiunzione col suolo, e così rendono completo il circuito, per tutta la sua lunghezza. Nell' esempio attuale quella medesima operazione che vale a rivolgere i fili 1 e 2 verso Maidstone, congiunge la terra con la parte superiore dello strumento intermedio, e la comunicazione è così renduta perfetta eziandio tra Dover e Tonbridge in questo strumento. Seguitando con l'occhio e in direzione contraria agli strali, il filo che viene dal galvanometro a sinistra, e che giunge al commutatore *c*, si trova che la corrente giunge a questo commutatore, e quivi la congiunzione si opera talmente che il circuito si continua per a traverso la scatola e il cilindro al secondo attacco, che sta dal lato opposto; questo è unito all'attacco il più basso sullo stesso lato, donde un filo discende al comun filo terrestre. Ciò che abbiam veduto avvenire nel filo 1 egualmente si applica all' altro 2.

71. In virtù di quella posizione che abbiamo qui innanzi supposto avere il commutatore *a*, la corrente ha seguito il cammino testè indicato; ma un' altra posizione dello stesso commutatore chiuderà questo circuito e menerà la corrente per l'attacco prossimo, superiore a quello per cui è entrata. Il filo da questo attacco va alla sinistra del galvanometro a sinistra nel telegrafo n. 5; passa oltre alla dritta del galvanometro, pel filo che sale, e che correndo per la diramazione di Tunbridge Wells, e sotto la strada di Hastings, giunge al telegrafo corrispondente nel mio studio.

72. L' azione di questo commutatore meglio s' intenderà, vedendo come esso opera nelle sue tre posizioni su i due fili che giungono a lui venendo dal telegrafo n. 5. Quando questo circuito termina alla stazione di Tonbridge, il cammino della corrente è addirittura a traverso la scatola; ove vi sono tre punti d'attacco, e ciascuno si congiunge al suolo mercè un filo comune. Quando poi si devia il circuito per farlo andare a terminare a Londra, il cammino della corrente è al di fuori della scatola dello stesso lato per dove entra; e finalmente quando deve andare a por termine a Dover, il cammino avviene attraverso il cilindro, ma così congegnato da uscirne per il paio di fili che passano tra le due scatole; tali essendo le disposizioni in questi due casi che la terra si trova far parte del circuito.

73. Andremmo molto per le lunghe se volessimo descrivere il cammino della corrente per tutta la serie di fili; ma dopo la descrizione fatta qui innanzi, il lettore non troverà difficoltà alcuna nello studiare la disposizione di ciascuno, essendo che sono essi fedelmente tracciati e con ogni attenzione numerati. E dal paragone di questa col piano generale della linea telegrafica, non vi può esser grande difficoltà nel congiungere la disposizione speciale di questo Uffizio di Tonbridge con la generale disposizione della linea.

74. La maniera con che i fili sì del tratto superiore che dell' inferiore, si congiungono al galvanometro di sinistra (§. 69) per mezzo del commutatore *b*, può es-

scre ora meglio dichiarata. Quando la corrente non deve essere deviata il commutatore così si presenta alle molle che le strisce d'ottone, su di esso incastrate, mettono in contatto a due a due queste molle, e da ciascun lato della scatola se ne trovano due coppie. In questo modo appunto era questo sistema disposto, quando descrivemmo il camino della corrente nel filo 1 (§. 69). Suppongansi ora i fili del tratto inferiore congiunti ai due galvanometri, e si vogliano congiungerli entrambi al galvanometro di sinistra, nella stazione di Tonbridge: per ottenere ciò, dalla sommità del lato dritto della scatola del commutatore *b*, scende un filo al galvanometro a sinistra, e per lo stesso lato passano i due fili 1, D; 2, D del tratto inferiore, si gira il commutatore ed una lunga striscia d'ottone si presenta e preme sulle tre molle alle quali sono attaccati i tre precedenti fili, e pone così in contatto metallico questi tre fili con uno solo de' due galvanometri, lasciando l'altro fuori del circuito. Con una rotazione dello stesso commutatore, contraria alla precedente, lo si ottiene stesso intento rispetto ai fili del tratto superiore.

75. *Circuito per lo scampanio.*— Il carattere di questo circuito (§. 31, 49) può essere ora meglio inteso. Si è veduto (§. 68) che la corrente fatta passare pel filo n. 1 di Londra, nella sua corsa, dopo aver passato pel galvanometro a sinistra dello strumento n. 1, nella stazione di Tonbridge passa pel filo dello scampanio, ovvero per la calamita temporanea, pria di lasciare la stazione e quindi prosegue verso Dover. In questo modo la calamita deve agire e produrre lo scampanio; ma se il manubrio della campana (§. 31) si gira in modo che la corrente passi a traverso senza giungere sino alla campana, come fu altrove spiegato, questa non suonerà. Or ciò si ottiene mercè fili che congiungendosi al cilindro col quale si forma il circuito corto, si distendono fino ad essere alla portata del segnalatore, il quale, senza muoversi dal suo posto, può stabilire questo circuito.

76. Lo scampanio della diramazione di Maidstone, n. 4, è in un terzo filo, distinto dal filo galvanometrico. Il filo 5 D scende allo calamita temporanea, corre innanzi alla chiave dello scampanio (§. 50, fig. 8), e da quivi risale e si congiunge al filo terrestre E' sulla tavoletta B. Il filo 9 dello scampanio di Tonbridge Wells segue un camino simile; andando però prima alla chiave dello scampanio, quindi alla calamita, e finalmente al filo terrestre. Il filo 4, U, che viene da Reigate, adempie ad un simile uffizio.

La cassa ove sta riposto lo scampanio, insieme al sostegno sul quale si poggia, ed al quale la chiave dello scampanio è attaccata son disegnati in contorno. Cotesti scampanii, al modo ora descritti si trovano nel circuito, e così son disposti in tutte le stazioni ove si trovano i corrispondenti; ma nella stazione di Tonbridge abbiamo inoltre un apparato supplementario, mercè il quale il *circuito corto* può farsi, quando lo strepito della campana, suonando per le altre stazioni, c'interrompesse le nostre occupazioni.

Congegnamenti simili a quelli fin'ora descritti si trovano in tutte le stazioni, limitati secondo i bisogni di ciascuna.

Da questa breve esposizione avrà il lettore veduto con quanta facilità si possan superare gli ostacoli mercè bene ordinati mezzi di comunicazione tra i varii strumenti; e meglio ancora lo avrebbe veduto se avessi potuto di più estendermi sulla esposizione di più importanti caratteri di questa nostra stazione, mostrando in qual modo possiamo prendere una parte di una segnalazione proveniente da Dover con un telegrafo messo ad un estremo della tavola, nel tempo stesso che un'altra parte se ne invia o Londra con l'altro telegrafo che sta all'altro estremo; facendo vedere ancora come possiamo interrompere la linea ed esaminarne lo stato; come osservare le variazioni che avvengono nello isolamento, o l'aumento di resistenza, e scandagliare i punti più deboli per apportarvi pronte riparazioni; ed in fine come l'occhio del Capo dell'Uffizio del Dipartimento, possa di notte tempo e dalla sua casa spiccar ordini per tutta la linea, come se si trovasse nell'Uffizio in tempo di giorno, e con tanta prestezza per quanta non si sappia meglio immaginare, possa inviare istruzioni in ogni emergenza ed in qualunque tempo.

77. *Parafulmini*, Si disse (§. 65) non essere difficile che il fulmine s'aprisse un varco dentro la stanza del telegrafo; nè potemmo aspettarci altrimenti, quando la tempesta è vicina; imperocchè i fili telegrafici sono, sopra ogni altra cosa, i più idonei a caricarsi d'elettricità ed a trasportarla nel suolo attraverso allo strumento ed ai fili che, in ogni stazione, congiungon questo con la terra. Si disse ancora che i pali (§. 35) son muniti di parafulmini, ed ho descritto (§. 65) l'antico metodo di proteggere dal fulmine i fili dentro la stazione.

78. Per quanto l'esperienza ha mostrato, ei pare che non si possa temere che una spaventevole scarica elettrica possa cacciarsi per dentro all'Uffizio, poichè vi sono molti luoghi nelle vicinanze delle fabbriche, ove i fili procedono quasi prossimamente a condotti pei quali può sperdersi qualche eccesso di carica. Ma spesso è avvenuto che una sufficiente scarica abbia fuso i fili dello scampanio, e quelli de' galvanometri, ed anche dei fili di maggior diametro, cagionando, con la sua viva luce e col rumore, non piccolo sgomento al tempo stesso. Le fusioni avvengono là dove il fulmine lascia il filo per passare, attraversando l'aria, al conduttore che mena al suolo; e giova rammentare ancora che non sempre una scarica elettrica per produrre un effetto sullo strumento devesi di necessità cacciar pe' fili telegrafici; poichè un fulmine che scoppia dovunque nelle vicinanze de' fili, senza passar per essi, agisce per influsso sulla elettricità naturale dei medesimi

fili, la quale si propaga e per non piccola estensione. Ed è assai probabile esser più frequente questo fenomeno che la scarica diretta; oltre a che pel suo carattere meno violento, è in qualche modo più tollerabile.

79. La fig. 13 rappresenta il parafulmine da me ideato; la sua costruzione è tale, che il filo il quale viene dalla linea, pria d'arrivare allo strumento, *passa per dentro ad un cilindro metallico congiunto col suolo*; e che, in una parte della sua corsa per dentro al cilindro, è almeno tanto *sottile*, o meglio, *più sottile* ancora di quel che esso è nella calamita temporanea e nel galvanometro.

80. È notissima proprietà delle ordinarie cariche elettriche quella di spandersi su le superficie dei corpi conduttori: così se abbiasi un vaso metallico, che sia isolato sopra sostegni di vetro, ed una palla di rame, sospesa ad un fil di seta, si disponga in modo da condurre nel vaso la carica d' una macchina elettrica comune, la scarica avrà luogo, non appena i due metalli si saran toccati; e intanto se con un ago di prova (19) si andrà a toccare l' interno del vaso, non vi si troverà alcun segno d' elettricità, quasi fosse tutta quanta scomparsa. Ma presentando invece l' ago di prova sulla superficie esterna del vaso, si troverà quivi tutta quanta l' elettricità disposta. Riflettendo su questo fatto, ne dedussi che qualunque congegnamento avessi potuto frapporre sul cammino del filo conduttore la disposizione la più vantaggiosa sarebbe stata quella di porlo nell'interno d'un solido cilindro metallico, il quale fosse in perfetta comunicazione col suolo; e talmente che la elettricità accumulata in questa parte del suo cammino, si trovasse in contatto solo col conduttore terrestre, che ne facilitasse la scarica.

81. La fig. 13 rappresenta il parafulmine molto prossimo al vero. A è un cilindro d' ottone, $\frac{1}{6}$ di pollice spesso (veduto in sezione nella figura), comunicante col suolo, per mezzo d' un grosso filo metallico E, ed isolato dal filo conduttore mercè un disco di bosso *a* e d' un rocchello dello stesso legno *bb* sul quale è aggomitolato per due o anche tre ordini successivi un sottil filo *g* di rame coverto di seta, e più fino tra tutti quelli che si trovano nello strumento. Le frecce indicano il camino della scarica che viene al telegrafo attraverso il filo *c* della linea telegrafica, il quale è incastrato allo strumento nel suo estremo *d*. Le basi del rocchetto strettamente si appoggiano sulle interne pareti del cilindro A. Il filo del rocchetto da una parte si congiunge col grosso filo d' ottone *e*, e dall'altra va a metter capo in *d*; ed è tra tutti gli altri fili o pezzi metallici che sono nello strumento o nell' uffizio, il più prossimo alla terra.

Il filo *e* porta inoltre due madreviti *f* munite di punte, le quali sono quasi in contatto con le pareti interne del cilindro A. Le basi di bosso *a* e *d* sono esse pure coverte da dischi metallici; dal disco superiore partono delle punte rivolte al cilindro A, e dalla base inferiore di questo partono altre punte che guardano il disco inferiore. Il fine pel quale il filo del rocchetto è sottilissimo, si è perchè per la sua sottigliezza e per il suo combaciamento col cilindro A, potrà, in un caso estremo esser bruciato a preferenza del filo della calamita temporanea e di quello del galvanometro. L'uso delle punte non richiede dichiarazione alcuna (20).

82. Il primo modello di questa maniera di parafulmini fu situato nella stazione di Tonbridge; e non trascorsero molte settimane pria che un fulmine fosse venuto nella stazione, e l' effetto ne fosse stato quale lo aspettavo. Passò esso salvamente attraverso il grosso filo *e*, ed immediatamente giunto al filo *g* si scagliò sul cilindro A, e con la sua esplosione bruciò la seta e scovrì il filo là dove io avevo segnata una macchia nera vicino ad A. In questa circostanza il lampo fu moderato, nè per questo fu bruciato il filo.

83. Ma nel dì 8 d' agosto 1849, le circostanze furon molto più serie. Durante la notte scoppiò un violento temporale, accompagnato da ripetute scariche elettriche, ed i suoi effetti con ispecialità si fecero sentire all' estremo del ramo di Ramsgate ad Ashford (vedi fig. 9 e 10): tre pali sprovvisti di parafulmini furono messi in pezzi a Chartham, circa due miglia al di là di Chilham; il fulmine entrò nelle stazioni di Chilham e di Ashford, e col suo scoppio pose in iscompiglio tutti gl' impiegati. Passata la tempesta, si rinvenne a Chilham, ove non v' erano parafulmini, bruciato il filo della calamita temporanea e quello d'entrambi i galvanometri; altre tristi esplosioni occorsero intorno all'apparato; e uno dei fili di rame n°. 16 si trovò bruciato e infranto. Ad Ashford v'erano i parafulmini ne' fili dello strumento, ma non in quello dello scampanio; perchè pochi giorni prima di questo avvenimento, il parafulmine che aveva salvato quel filo, era stato tolto per esser posto ad esame, nè si era più rimpiazzato con altro nuovo conduttore. Si trovò quindi i fili galvanometrici di Ashford, muniti entrambi di parafulmini esser salvi; ed invece bruciati i fili, come *g*, di questi parafulmini; ma il filo della calamita temporanea, perchè privo di parafulmine fu assalito dalla scarica e consunto.

(19) Un ago di gomma lacca, munito alla punta d'un pezzo di canutiglia. *N. d. T.*

(20) Perchè, com' è noto, per queste avviene la scarica ne' conduttori, a preferenza di qualunque altro punto della loro superficie. *N. d. T.*

84. *Scalamitazione degli aghi.* — Il fulmine alle volte arreca uno spostamento ai poli dell'ago, e talvolta lo scalamita interamente. Ciò avviene molto più volentieri negli aghi corti e di figura romboidale, anzi che nei lunghi; e per fermo i primi sonosi trovati scalamitati, tutto che forniti di conduttori, che li proteggevano dal fulmine; ma nella tempesta qui innanzi menzionata, mentre il magnetismo degli aghi sforniti di parafulmini soffriva nella stazione di Cambridge un disturbo nella loro polarità, quelli della stazione d'Asford, perchè protetti non patirono alcun turbamento. Sono stato talvolta sul punto d'ammettere che la intensa e momentanea carica atmosferica non possa operare così violentemente e con tanta resistenza sul magnetismo degli aghi e che questo magnetismo potendo deviar gli aghi sì rapidamente da non poter questi seguire colla stessa rapidità i modi impressili, si generi un conflitto per l'inerzia del metallo, il quale squilibri la disposizione magnetica delle molecole dell'acciaro. In simil guisa, si può intendere che la perdita del magnetismo che avviene negli usi comuni dello strumento sia principalmente dovuta ai continui colpi, che gli aghi ricevono nell'urtare contro gli ostacoli (87) che limitano le loro oscillazioni.

85. *Tempesta magnetica.*—Se alcun dubbio restasse ancora sul carattere elettrico dell'*Aurora boreale*, esso è tolto dai fenomeni che gli aghi del telegrafo, ed anche gli scampanii manifestano, durante l'apparizione della meteora. In questo frattempo gli aghi muovonsi come se una corrente regolare percorresse i fili: essi son deviati da questo o da quel lato, talvolta con un subito moto, e cambiando rapidamente il senso del deviamento, più volte in pochi secondi; e tal'altra fiata i loro moti sono irregolari ed incostanti, o anche si muovono assai lentamente e rimangono in una peculiar postura di deviamento per parecchi minuti. Cotesti fenomeni si sono manifestati assai sovente in quella parte della linea tra Reigate e Dover, che corre da oriente ad occidente, ed in quell'altra parte tra Londra e Reigate, che va da settentrione a mezzogiorno. Quando dunque essi appaiono negli aghi, ci disponiamo allo spettacolo d'un'aurora boreale, nel corso della notte, e raramente le nostre aspettative restan deluse. Le variazioni de' deviamenti par che seguissero le fasi dell'aurora. Nel ramo che corre da Asford a Ramsgate, questi deviamenti sono stati più comuni ad avvenire, anche quando le altre parti della linea si trovavano in perfetta calma, e quando nessuna aurora boreale era annunziata. Questo ramo prossimamente coincide con la curva di eguale inclinazione, la quale trovasi segnata nella figura 9. Un ago d'inclinazione s'inclina egualmente per lo stesso angolo di 68° 40′ in tutti i punti di questa curva. Se qualche attinenza vi sia tra questi due fatti, rimane ancora a sapersi. Nella stessa mappa ho segnato eziandio la curva di *egual declinazione*; l'ago in tutt'i punti di questa curva si dirige sempre verso lo stesso punto. La declinazione a Deal e Dover è di 22°; a Tonbridge è circa 22° 27′.

86. È degno di nota che nell'anno 1849 cotesti deviamenti furon rari e di poco momento, laddove che negli anni 1847 e 1848 ebber luogo molte volte sulle linee principali, e quasi ogni giorno sulla diramazione di Ramsgate, e di tale estensione da richiedersi non solita precauzione perchè gli strumenti potessero adempiere al loro uffizio; imperciocchè se gli aghi si trovavano già deviati verso gli ostacoli di avorio (fig. 10, §. 90) non potevamo dar loro maggiore deviamento in quella direzione. Gli aghi van soggetti ancora a deboli variazioni diurne, corrispondenti a date ora del giorno. I fili talvolta raccolgono l'elettricità dell'atmosfera e turbano gli aghi.

87. *Chiodi mobili.* — Furon tanti gl'inconvenienti ai quali andammo incontro nell'anno 1848, che mi vidi obbligato a ricorrere a qualche rimedio. Sulla faccia dello strumento (fig. 14 e 15) si veggono nelle vicinanze degli aghi due piccoli chiodi o bottoni d'avorio, che servono a limitare il deviamento de'medesimi, come qui appresso passiamo a spiegare; se per qualche strano accidente, e senza alcuna nostra azione, l'ago fosse fortemente menato contro uno di quei bottoni e rimanesse così deviato, non potremmo più fargli eseguire questo medesimo deviamento corrispondente ad un dato segnale, perchè si trova già in questa posizione. Ma, se stando così le cose, i chiodi potessero muoversi, e l'ago potesse andare tant'oltre per quanto il suo magnetismo può deviarlo, potremmo accrescere cotesto deviamento dirigendo le nostre correnti secondo che la circostanza lo richiede; talmente che se i ripetuti chiodi son fatti in modo da seguire l'ago nel suo nuovo deviamento, e son così disposti che l'ago, a metà del suo corso, si trovi tra loro, potremo allora far eseguire quel deviamento che è necessario quantunque l'ago sia stato già rimosso dalla posizione verticale; purchè però non abbia raggiunti i limiti del deviamento, il che è insolito.

88. Posto ciò, preso per centro quello dell'ago descrivo un semicerchio, e v'incavo una scanalatura, si come la fig. 14 lo mostra; e sopra un disco circolare, mobile entro questa scanalatura, vi adatto i due chiodi d'avorio. Il bottone che vedesi tra i due manubrii dello strumento, porta una ruota; un cordino passa su questa e sul nominato disco, e col muoversi di questa ruota i chiodi seguon prontamente il moto degli aghi perturbati.

89. *Galvanometri mobili.* — Un ago pesante, qual'è quello del telegrafo, ha necessariamente una tendenza a mettersi in sito verticale e ne'primi periodi della segnalazione, quando il circuito non si è ancora bene stabilito, v'ha sempre dei moti oscillatorii nei segnali, se essi non sono destramente maneggiati. Per riparare a questo inconveniente e far che l'ago si disponga verticalmente,

o reso mobili i telai dei galvanometri, appoggiandoli u i dischi, sopra menzionati, invece di tenerli inchiodati; così che, quando l' ago è deviato non lo seguo col ɒoltiplicatore, come si fa nella bussola de' seni (§. 16) ıa respingo il telaio, finchè l' ago sia menato in sito erticale. Intanto l' angolo tra l' ago ed il moltiplicatore, ı questo caso, è maggiore di quello che si avrebbe se l moltiplicatore non si movesse, poichè il peso dell' ago pera in senso contrario alla forza di deviamento, quando ago non è in sito verticale. Coteste disposizioui si troano combinate in un telegrafo della Compagnia Telerafica.

(sarà continuato)

Sul modo di raccogliere e rendere utile la forza di gravità sulle strade ferrate.

Memoria di Enrico Dombré Ingegnere di Acque e Strade (a).

I.

Esposizione della idea e della sua utilità

Sulla esecuzione de' trasporti per vie ferrate avvi tuttora un importante problema da risolvere, il quale consiste nel *raccogliere e rendere utile la forza libera che la gravità ci porge nelle ripide e lunghe discese per esse strade.* Qual componente dell' azione della gravità sulla massa in discesa tende una tale forza ad accrescere semprepiù la velocità del trasporto, per locchè rendesi ora imbarazzante e pericolosa. Questa forza che sulle strade ordinarie è appena apprezzabile quantevolte la pendenza di esse si elevi al 5 per 100, sulle strade ferrate ha già un notevole valore per delle pendenze minori altresì del 0,5 per 100. Impertanto invece di raccogliere e rendere utile una cosiffatta forza si cerca per contrario o di non produrla evitando le forti e prolungate pendenze, ovvero di distruggerla mercè l' uso de' freni, ove per brevi tratti si fosse costretto ad averla.

In alcune brevi Considerazioni da me pubblicate per le stampe nell' anno 1846 io discorreva delle utili conseguenze che deriverebbero, se tale forza potesse invece raccogliersi e porsi a profitto. Io dimostrava però che in quei casi nei quali si richiedesse un commercio pressochè affatto discendente fra due punti posti a conveniente differenza di livello fra loro, i trasporti potrebbero per tal modo effettuarsi in ambo i versi senza il bisogno di forza estranea o comperata. Questi casi sono frequenti ed importanti nella pratica, perciocchè tali sono ordinariamente quelli di un commercio fra una cava, petriera e simile, ed un punto d' imbarco o di smercio.

In allora io esponeva pure brevemente una soluzione di questo problema, la quale soluzione ha per base e condizione l'impiego del sistema di strade ferrate a pressione atmosferica. Ora questo sistema che a quell' epoca dava speranza di felice riuscita non essendo di poi risultato utilmente e generalmente applicabile, rendesi impraticabile pure quella data soluzione. Ritornando io però su tale problema mi sembra poterne dare ora una soluzione se non così generale come l' altra, tale non pertanto da comprendere molti casi della pratica, e quelli più utilmente di cui sopra ho parlato. Per la quale soluzione nessun cangiamento sarà richiesto nella materiale costruzione dell' attuale sistema di strade ferrate.

Io penso in effetti che la detta forza libera che per la discesa si ha, possa con semplicità venire raccolta, per poscia rendersi utile, mediante una compressione di aria atmosferica che da essa forza si faccia produrre in un serbatoio trasportato dal carro locomotore.

S' immagini a tal uopo una locomotiva simile alle attuali a vapore in quanto al meccanismo, ma priva della caldaia, del focolaio e del carro di provvisione, e che invece della caldaia abbia un serbatoio cilindrico capace di contenere dell' aria fortemente compressa; si supponga inoltre che per delle semplici modificazioni al detto meccanismo delle quali in seguito si parlerà, possa nella discesa la forza viva delle ruote servire per introdurre e comprimere aria nel serbatoio, e nella salita la forza dell' aria compressa servire per dar moto ad esse ruote. Val quanto a dire in una tale locomotiva il serbatoio farà le veci di una caldaia, e l' aria che vi si comprimerà per la forza delle ruote farà nella salita le veci del vapore; il quale anzichè venir prodotto dal combustibile (elemento costoso) verrà invece generato dalla forza gratuita della discesa.

Per tal modo verrà non solo a raccogliersi la detta forza, ma sarà pure ed in conseguenza moderata la grande e pericolosa velocità, che nelle forti e prolungate discese un convoglio tende a prendere.

Egli è chiaro in fatti che nella discesa di un convoglio

(a) Questa Memoria già pubblicata dall' Autore viene qui riprodotta coll' aggiunta di maggiori sviluppamenti e schiarimenti dati dall' autore stesso, e relativi alla utilità pratica ed al calcolo del sistema.

attaccato ad una tale locomotiva, la velocità del trasporto e quindi delle ruote di quella cercherà semprepiù di aumentarsi; ma a misura che si aumenterà, andrà vieppiù crescendo il volume di aria esterna introdotto nel serbatoio e quindi la pressione di quest' aria; si perverrà però ad un punto in cui questa pressione offrendo una grande quantità di resistenza contro le dette ruote impedirà un ulteriore aumento alla cennata velocità. Da un tal punto in poi questa velocità diminuirà semprepiù fino a divenire nulla quella delle ruote. Distrutto per tal guisa il moto circolare di queste, e quindi di molto rallentato quello traslativo del convoglio, resterà a questo una certa quantità di forza viva dovuta pure alla già compiuta discesa, la quale forza non potrà continuare a raccogliersi sotto forma di aria compressa e potrebbe far muovere la locomotiva con ruote striscianti. Ora se si supponga che per le condizioni della locomotiva e del convoglio, la cessazione di quel movimento circolare avvenga presso il termine della linea, e che in tal punto abbia questa un breve tratto in salita, si potrà quella restante forza raccogliere mediante il cammino per una tale salita.

È chiaro che così praticando tutta la forza libera della discesa (eccetto la parte assorbita dalle resistenze passive del meccanismo) si troverà raccolta nel serbatoio sotto forma di aria compressa, meno quell' ultima porzione la quale per la detta salita per essa eseguita si troverà pure raccolta e resa utile pel ritorno del convoglio. Ed è chiaro pure che la forza così raccolta potrà con semplicità e per la locomotiva stessa servire a spingere altro convoglio al punto donde il primo sarà disceso.

Si comprende pure facilmente che a prescindere dalla resistenza della strada, ed a motivo delle dette perdite di forza inevitabili con qualsivoglia macchina, il convoglio che così potrà farsi salire o ritornare dovrà essere di un peso minore di quello già disceso.

È questa in generale la idea della soluzione che io mi proponeva dare al problema in disamina. Per la quale soluzione addimandasi però l' impiego di una locomotiva semplice quanto le attuali a vapore in quanto al meccanismo, ma sbarazzata di tutto ciò che in queste costituisce un elemento di spesa per continue riparazioni e manutenzione.

Ma potrà questa idea essere applicata in grande e per una linea comunque lunga?

Per dimostrare la facile possibilità di una tale applicazione io richiamo qui taluni de' risultamenti dati dal calcolo, che in seguito esporrò su tutt'i particolari della quistione.

Da questo calcolo si deduce: 1°. che per un serbatoio di 8 metri cubici, capace di contenere aria compressa fino a 18 atmosfere di pressione, si può far discendere un convoglio del peso totale di 28 tonnellate metriche (314 cantara) per un tratto di strada lungo chilometri 7 (miglia 3,78) con pendenza media del 2,20 per 100, ci chilometri 6 con pendenza del 3 per 100, e l' ultin chilometro con contropendenza del 2,50 per 100; 2°. ch per la forza così raccolta si può far salire per la line stessa un convoglio del peso di 14 tonnellate; sicchè si pu far discendere un carico utile di 14 tonnellate e far salir il convoglio vuoto compresa sempre la locomotiva; 3°. ch la velocità media del trasporto così nella discesa che nell salità sarà di circa 11 metri a 1″, e che al massimo nell discesa la velocità non giungerà a 20^{m} quantunque no si faccia mai uso di freni; 4°. e che la detta pendenz del 3 per 100 può altresì non essere uniformemente di stribuita sulla linea, ma essere la media di altre sva riatamente fra loro combinate. Si deduce inoltre che i un tal sistema il peso de' convogli ne' diversi viaggi cos in discesa che in salita dovrà essere rispettivamente pres sochè uniforme; la quale condizione sarà sempre conseguibile nel sistema in discorso quantevolte lo si applich a' casi di un commercio fra una cava, petriera e simile ed un punto d' imbarco o di smercio.

Si conchiude da ciò, che la proposta idea è applicabil con semplicità per de' tratti di strada di 7 ad 8 chilometri con pendenze del 2 al 3 per 100.

Per applicare la idea stessa ad una linea comunque lunga ma sviluppata con simili pendenze, basterà eseguire un ricambio di locomotiva o meglio di locomotiva e convoglio ad ogni 7 chilometri.

Un siffatto ricambio si effettuerà facilmente, perciocchè a tal uopo bisognerà che al termine di un tal tratto della linea, la locomotiva discesa e già carica di aria compressa si attacchi al convoglio vuoto che ivi troverà e con questo risalga, ed una locomotiva scarica ivi pure esistente o salita si attacchi al convoglio carico disceso e con questo prosegua a discendere. Bisognerà quindi che ad ogni detto tratto si stabilisca una locomotiva con un convoglio vuoto. Ora così praticando, cioè eseguendo il ricambio non solo fra le locomotive ma pure fra' convogli, si otterrà il traffico di tutt'i convogli. Il ricambio potrà però farsi fra le sole locomotive se il traffico non debba essere molto attivo.

Questo modo di estendere ad una lunga linea la proposta idea non scemerà per nulla quasi i grandi vantaggi che dalla idea stessa si debbono attendere. La qual cosa si renderà vieppiù chiara in seguito di quel che passo ad esporre.

Dinoto per n il numero de' detti tratti componenti l'intera linea, per t il tempo (compreso quello per lo arresto) che s' impiegherà per percorrersi ciascuno di essi, e per T il tempo del trasporto giornaliero. L' intervallo di tempo fra la partenza di due successivi convogli carichi discendenti (pel caso di ricambio di locomotiva e convoglio) è espresso da $2t$. Epperò il numero de' convogli carichi che nel tempo T perverrà al termine della linea sarà $\frac{T-nt}{2t}+1$.

Dunque il carico utile che in ogni detto giorno discenderà fra gli estremi della linea sarà di 14 ($\frac{T - nt}{2t}$ +1) tonnellate, nella supposizione che i tratti ed il serbatoio sieno conformi a quelli di sopra enunciati. Se ad ogni tratto si facesse il ricambio fra le sole locomotive, sicchè quella giuntavi carica dovesse attendere il ritorno del convoglio vuoto, la quantità del traffico giornaliero sarebbe di $14\frac{T}{nt'}$ tonnellate.

Il tempo che si perderà al termine di ciascun tratto per effettuare il ricambio non sarà al certo maggiore di 5 minuti primi. Supponendolo di 5 minuti, la detta velocità media di 11^{m} pel trasporto in parola si ridurrà a circa 8^{m}; e quindi il tempo t per percorrersi ciascun tratto di 7 chilometri sarà di circa minuti 15.

Suppongo che si tratti di una linea lunga 70 chilometri (circa 38 miglia) colla detta pendenza media.

Si dovranno avere sulla linea 10 locomotive con 10 convogli vuoti, capace ognuno di questi di un carico di 14 tonnellate e quindi da comporsi da tre carri. Epperò se il tempo T del lavoro giornaliero si supponga di 12 ore, il carico utile che in ogni giorno discenderà fra gli estremi della linea sarà di 280 tonnellate (3136 cantara).

Una siffatta linea lunga 70 chilometri non sarà al certo fra le brevi nella pratica, perciocchè si è supposto che sia dessa sviluppata con pendenza media del 2,20 per 100, e corrisponde però ad altra lunga 308 chilometri sviluppata con pendenza media del 0,5 per 100. Si deduce quindi che rare volte si verificherà nella pratica il bisogno di più di 10 locomotive fra gli estremi di una linea.

In questo proposto sistema la locomotiva sarà poco soggetta a riparazione e manutenzione, perchè manca in essa la caldaia sotto l'azione dell'acqua col fuoco; perlocchè non farà d'uopo avere per riserba un numero di locomotive così grande come nell'attuale sistema a vapore: ei basterà a tal uopo avere tre locomotive al più sulle 10 dell'esempio in parola. Epperò un numero di 13 locomotive di cui 10 in attività sarà sufficiente per la maggior parte de' casi e per un traffico così attivo come quello di 280 tonnellate al giorno di 12 ore. Pel quale traffico si richiederà una strada a semplice via, eccetto ne' 10 punti di ricambio ove farà d'uopo di brevi tratti a doppia via per l'incrociamento de' convogli.

Questo numero di locomotive per un traffico così attivo fra gli estremi della detta linea non sarà molto maggiore di quello che, pel medesimo traffico e fra punti stessi, richiederebbesi nell'attuale sistema a vapore. Perciocchè in questo sistema non sarebbe praticabile, a causa de' pericoli nella discesa, una pendenza media od uniforme del 2,20 per 100 su di un'intera linea, ammeno che questa non fosse brevissima. Ei si potrà ammettere che al massimo e fra detti punti della linea in esame, la strada nell'attuale sistema sia sviluppata interamente con pendenza media dell' 1 per 100. La sua lunghezza sarà quindi 2,2 volte quella del sistema proposto, ossia di 154 chilometri pel caso in parola. Ed ammettendo pure, ciò che non sarebbe forse praticabile, che per una sola locomotiva in attività si avesse su questa linea e coll'attuale sistema il detto traffico di 280 tonnellate al giorno, non parmi tuttavolta che a motivo delle frequenti riparazioni e manutenzione di cui tali locomotive han d'uopo, si possa mantenere un siffatto traffico per meno di 10 locomotive in tutto, ciò per una locomotiva ad ogni 15,4 chilometri. Ma è da riflettere che le supposizioni qui fatte in riguardo allo sviluppo della linea ed al traffico nel sistema attuale sono delle supposizioni troppo vantaggiose al sistema stesso, l'ultima delle quali per potersi verificare richiederebbe un peso totale di 280 tonnellate almeno in ciascun convoglio ascendente supposto vuoto.

Avvi da riflettere finalmente che nel proposto sistema la spesa per lo acquisto e per la manutenzione di una locomotiva sarà la metà certamente di quella che fa d'uopo per una locomotiva a vapore. Donde segue che nel punto di vista economico il maggior numero di locomotive che il sistema proposto richiederà sul sistema attuale, non risulterà per nulla svantaggioso al primo sistema.

Da tutto ciò si deduce che, mediante le dette locomotive ad aria gratuitamente compressa, il problema in disamina sarà con semplicità risoluto non solo pe'casi di brevi linee, ma pure per una linea comunque lunga; e che però questo proposto sistema darà sempre l'immenso vantaggio risultante dalla costruzione di strade molto brevi perchè a forte pendenza, e dal risparmio della intera forza per effettuare la salita del convoglio vuoto.

L'impiego di locomotive ad aria compressa come mezzo per eseguire i trasporti in generale è stato già da qualche tempo proposto, ma secondo una tale idea l'aria dovrebb'essere anticipatamente compressa mediante la forza del vapore o altra simile forza, e di poi svilupparsi per la esecuzione de' trasporti. Ora siccome ha fatto riflettere M. Sagey (Technologiste num. 71) sarebbe da ciò risultato uno spreco e non già una economia di forza relativamente all'attuale sistema a vapore; perciocchè la trasformazione della forza-vapore in forza-compressione avrebbe data come per qualunque meccanismo una inevitabile perdita di forza. Alla qual cosa si aggiunge, che volendo così operare si avrebbe il bisogno di molte macchine a vapore da tenersi lungo la strada per fornire l'aria compressa ne' serbatoi già vuoti pel cammino percorso.

Questi gravi inconvenienti di un tal sistema rimasto perciò impraticabile cesseranno, quando la forza per la compressione dell'aria sarà data, come nel proposto modo, dalla strada stessa, gratuitamente e senza un particolare apparato meccanico.

Un serbatoio della capacità di 8 metri cubici, siccome quello di sopra ammesso si ha in un cilindro di 33^{m}

di diametro e di circa 6 ^{m} di lunghezza, il quale occuperà pressocchè lo stesso spazio che sulle attuali locomotive ora occupa la caldaia coll' annesso focolaio. Ei si potrebbe quindi senza notevole imbarazzo adoperare un serbatoio di maggiore capacità, e rendere così maggiore di chilometri 7 la lunghezza de' detti tratti di ricambio.

Ho finora considerato l' applicazione del proposto sistema al caso di un commercio tutto discendente e per una linea di grande pendio. In questo caso la utilità pratica del sistema sarà certamente di grande importanza, perchè si avrà il vantaggio di escludere l'intervento di ogni forza estranea per la esecuzione de' trasporti e di potere adottare delle linee molto brevi perchè a forte pendio. Non è questo pertanto il solo caso al quale utilmente il sistema si presta; nè questa è la sola applicazione che può farsi di dette locomotiv atmosferiche.

Evvi primieramente da considerare che giusta le formole di calcolo in seguito esposte, se la pendenza della linea in discesa fosse del 2 anzichè del 3 per 100, si potrebbe collo stesso serbatoio di 8 metri cubici e per una linea lunga pure 7 chilometri, raccogliere la forza di un convoglio di 45 tonnellate, e con questa far salire un convoglio di 20 tonnellate; e se la pendenza fosse dell' 1,50 per 100 si potrebbero far discendere 65 ton. e farne salire 25. Ora questi due pesi in salita eccedono per poco quelli dei rispettivi convogli vuoti. Un simile convoglio con leggiero carico potrebbe pur salire, se la pendenza essendo maggiore del 3 per 100, il serbatoio eccedesse per poco (comparativamente) gli 8 metri cubici ed il peso discendente fosse al quanto minore di 28 tonnellate. Ho supposto sempre che l' aria venga compressa fino alla succennata pressione.

Io esamino ora pur brevemente il caso di un commercio pressochè uguale in ambo i versi, e per una linea che presentando de' brevi tratti a forte pendio abbia nel resto deboli ed ordinarie pendenze. Questo caso ha luogo più frequentemente; e siccome già si comprende la forza che si raccoglierà nella discesa avrà bisogno di un aiuto estraneo per poter effettuare i trasporti. Ma per viemeglio fare rilevare il vantaggio che ciò non pertanto si otterrà, io mi riferisco, come per un esempio, all'attuale linea ferrata fra Napoli e Nocera supposta prolungata fino a Cava.

Il prolungamento di questa linea da Nocera a Cava sarà generalmente in salita; e potrà presentare un primo tratto di circa 3,75 chilometri (2 miglia) con pendenza varia ma non eccedente l' uno per 100, ed un egual tratto in seguito con pendenza del 2,50 per 100: suppongo che così sia l' andamento di questo prolungamento. Suppongo inoltre che il peso totale del convoglio il quale dovrà percorrere in ambo i versi questo tratto a forte pendio si elevi al massimo ad 80 tonnellate: esso potrà essere anche maggiore sul resto della linea.

Ora se un tale trasporto si volesse eseguire per sole locomotive a vapore, abbisognerebbe per quella ripida salita l' impiego di una locomotiva di circa 26 tonnell[ate] di peso, supponendo le sue ruote riunite; il quale p[o] è il doppio di quello delle locomotive che ora circola[no] su tale strada da Napoli a Nocera: la forza della ma[c]china di quella locomotiva dovrebb' esser pure il dopp[io] quasi di quella che si ha in queste locomotive attuali. N[on] volendo impiegare una sola locomotiva per quella salita potrebbero adoperarsene due, ciascuna di peso e forza [e]guali presso a poco a quelle di dette locomotive in ci[r]colazione. Ebbene, egli è facile dimostrare, che raccoglie[n]do ed utilizzando nel proposto modo la forza dovuta all[a] discesa per detto tratto, basterà una sola di queste loco[co]motive a vapore per potersi effettuare il cennato traf[f]ico in ambo i versi.

È chiaro infatti che per ottenere un tale risultament[o] abbisognerà soltanto, che invece di una locomotiva a va[]pore sia adoperata una locomotiva atmosferica capace d[i] raccogliere la forza dell' intero convoglio nella discesa pe[r] esso tratto, perciocchè la forza così raccolta potendo fa[r] salire pel tratto stesso la metà di questo convoglio, potr[à] tale locomotiva essere sostituita a quella a vapore. Suppongo che i viaggi giornalieri incomincino da Cava verso Napoli. Nella discesa per detto tratto la locomotiva atmosferica mentre servirà utilmente da freno, raccoglierà la forza dell' intero convoglio, sicchè al termine di esso tratto si troverà carica di aria compressa: in tal punto essa potrà essere lasciata e ripigliarsi nel ritorno del convoglio da Napoli.

In conformità del calcolo surriferito, questa locomotiva atmosferica dovrà avere un serbatoio di circa 12 metri cubici ed un peso di circa 13 tonnellate; il quale peso è altresì necessario per la sua ritenuta sulle rotaie.

In simigliante modo si praticherebbe se alla salita verso Cava seguisse una eguale discesa verso Salerno; ed in generale se ad un tratto in salita seguisse un egual tratto in discesa.

In questo ed in simili casi il vantaggio economico che si otterrà sembra dovere risultare dal risparmio di forza durante il trasporto per la sola salita, ma in effetti non sarà così. Perciocchè nel punto di vista economico la forza di una macchina a vapore è assimilabile a quella delle bestie, quantevolte l'azione sua debba esercitarsi con frequenti periodi d' interruzione o riposo; giacchè nel tempo di tale interruzione converrà tuttavolta tenere il fuoco in una certa attività e lasciar perdere del vapore, onde poter essersi pronto a riprendere l'azione; cosicchè la spesa da erogarsi per combustibile sarà proporzionale in parte al tempo di azione, ed in parte al tempo di riposo.

Questa considerazione economica sulla forza del vapore pone in vista un' altra utile applicazione che può farsi delle dette locomotive atmosferiche, la quale applicazione risguarda strade ferrate ordinarie cioè a debole pendenza; e nell' esaminarla qui brevemente io mi rapporto pure

la strada fra Napoli e Nocera ed alla sua diramazione per Castellammare.

I convogli che circolano su tale strada di Napoli a Nocera rare volte hanno il peso massimo di cui è capace la forza delle locomotive impiegate, e quasi sempre il peso del convoglio varia da un viaggio all' altro; in uno stesso viaggio questo peso varia pure su' diversi tratti della linea, perchè molti sono i paesi a' quali la strada serve; infine non variando il peso del convoglio, varia non pertanto la resistenza che gli offre la strada, perchè variano le condizioni de' diversi tratti di questa. Da tutto ciò segue che la macchina a vapore in azione su tale strada dovrà sviluppare una quantità di forza utile frequentemente variata, e spesso lasciar perdere del vapore. Questa perdita di vapore e quindi di forza comprata si verifica sempre ne' rallentamenti di velocità all'approssimarsi a' punti di fermata, i quali punti sono molti sulla detta linea. La forza che così si perde è senza dubbio capace di trasportare altre 20 ed anche 30 tonellate di peso a di più di quello che i convogli ordinariamente hanno; cosicchè non si spenderebbe per combustibile più di quello che si spende, se questi convogli pesassero 20 a 30 tonnellate di più. Adunque si ha pure qui, e può ben dirsi su tutte le attuali strade ferrate, una forza che sebbene sia dispendiosa è pertanto inutilizzata e perduta. Ora le locomotive atmosferiche del proposto sistema si prestano pure con facilità ad utilizzare una siffatta forza pel caso della linea in disamina.

Per ottenere un tale risultamento ci basterà che a'convogli in movimento fra Napoli e Nocera o soltanto fra Napoli e Torre Annunziata vada sempre unita una locomotiva atmosferica con serbatoio di circa 8 metri cubici epperò di circa 8 tonnellate di peso. Perciocchè mediante quella forza esuberante ed ora perduta si potrà caricare di aria compressa un siffatto serbatoio, e poscia impiegare la locomotiva caricata alla esecuzione de' trasporti sulla diramazione di Castellammare. La lunghezza di questo diramazione essendo pressocchè il terzo della linea fra Napoli e Torre Annunziata, si potrà per quella forza raccolta eseguire su tale diramazione il trasporto di un convoglio di circa 50 tonnellate.

Un simile risultato potrà aversi pure traendo profitto della sola forza che nei detti rallentamenti di velocità è ora distrutta e resa inutile,

Nell' approssimarsi ora un convoglio ad un punto di fermata, l' azione del vapore si arresta, questo si lascia perdere, ed oltreacciò si fa uso del freno. Si potrà quindi far continuare l' azione del vapore ed annullare il movimento del convoglio mercè una locomotiva atmosferica, la quale anzichè distruggere, raccoglierà la forza cui questo movimento è dovuto. Si supponga di 80 tonnellate il peso del convoglio in movimento e di 14 metri a 1″ la sua velocità nel punto in cui comincerà il rallentamento. La forza viva che il convoglio possiederà in tal punto è $\frac{80}{9,81} \times 14^2 = 1600$, essendo 9,81 il valore della gravità; epperò $\frac{1}{2}$ 1600 = 800 tonnellate elevate ad un metro è la quantità di azione cui questa forza viva è dovuta, e che la locomotiva atmosferica dovrà raccogliere in ciascun punto di fermata; ma a motivo delle perdite che questa forza sperimenterà nel raccogliersi e svilupparsi mercè una tale locomotiva, l' effetto utile di cui è capace è circa 0,7 di essa (è questo presso a poco il risultato del calcolo che in seguito si esporrà); dunque sarà di 560 tonnellate ad un metro l' effetto utile in trasporto che si avrà dalla quantità di forza raccolta in ciascuna fermata. D' altra parte, un convoglio di 50 tonnellate che si muove con velocità di 10 a 12 metri su di una linea pressochè a livello, siccome quella fra Torre Annunziata e Castellammare, sperimenterà una resistenza totale di circa 5 chilogrammi a tonnellata, epperò di 0,250 tonnellate in tutto; dunque la quantità di azione raccolta in ciascuna fermata farà muovere un tale convoglio per un tratto di essa linea lungo $\frac{560}{0,250} = 2240$ metri (miglio 1,20 circa). Nella linea fra Napoli e Torre Annunziata si verificano tre fermate, e la lunghezza della diramazione per Castellammare è di circa 6000 metri; però mediante la quantità di forza raccolta in quelle fermate si potrà mantenere un trasporto di 50 tonnellate su detta diramazione.

Fra Torre Annunziata e Nocera si hanno quattro fermate, epperò otto in una doppia corsa; si può quindi avere una quantità di forza capace di un effetto utile-trasporto eguale a $8 \times 560 = 4480$ tonnellate elevate ad un metro. Per la salita presso Cava si è supposto un tratto lungo metri 3750 con pendenza del 2,50 per 100. Ora un convoglio di 40 tonnellate in movimento su tale linea sperimenterà una resistenza totale di circa 3 per 100 giacchè la resistenza di esso convoglio su di una linea a livello è di circa 0,5 per 100; dunque durante il cammino per detto tratto, questo convoglio sperimenterà una quantità di azione resistente eguale a $0,03 \times 40 \times 3750 = 4500$ tonnellate elevate ad un metro. Questa quantità di resistenza è quasi eguale all' effetto di cui è capace la quantità di forza dovuta alle dette otto fermate; epperò caricando per questa forza una locomotiva atmosferica, si potrà per essa far salire un peso di 40 tonnellate per detto tratto al 2,50 per 100. Da ciò segue che il traffico di un convoglio di 80 tonnellate per questo tratto potrà essere effettuato interamente per locomotive atmosferiche e per forza gratuita, giacchè come per lo innanzi si è esposto la discesa per esso tratto sarà sufficiente a caricare ugualmente un' altra simile locomotiva.

Quanto si è qui detto relativamente alla linea da Napoli a Nocera ed alla sua diramazione per Castellammare può applicarsi del pari alla strada da Napoli a Capua

ed alla sua diramazione per Nola, facendo riflettere che questa seconda diramazione è più lunga dell' altra relativamente a' tronchi principali co' quali innestano.

Applicando in questo modo una locomotiva atmosferica per raccogliere la intera quantità di azione dovuta alla forza viva di un convoglio, sarà necessario che il moto circolare delle ruote di essa locomotiva non venga arrestato prima che lo sarà quello traslativo del convoglio. Se quel moto delle ruote addivenisse nullo mentre il convoglio possiede ancora una certa velocità, non potrebbe raccogliersi quella intera quantità di azione, ma mancherebbe la parte dovuta alla forza viva corrispondente a tale velocità. Nell'esempio surriferito la intera quantità di azione del convoglio di 80 ton. è risultata di 800 tonnellate ad un metro, nella supposizione di una velocità di 14^m interamente estinta; ma se quella forza si raccogliesse fino a che questa velocità sarà ridotta a 7 metri, la corrispondente quantità di azione raccolta risulterebbe di $\frac{1}{2}\frac{80}{9,81}(14^2 - 7^2)$=600 tonnellate ad un metro. Or volendo spingere la compressione dell'aria nel serbatoio fino alla pressione di 20 atmosfere, non si potrà raccogliere la quantità di azione fino alla totale estinzione della velocità di trasporto, ammeno che la locomotiva atmosferica non sia molto pesante, e molto piccolo il diametro de' suoi cilindri. Farà d'uopo però ricorrere all'impiego di qualche mezzo meccanico per potere ottenere, nelle applicazioni in esame, che quel moto delle ruote non venga arrestato prima della velocità di trasporto. Un cosiffatto risultamento parmi che si possa facilmente ottenere senza grave inconveniente, facendo sì che per dei certi tratti presso i punti di fermata, le ruote motrici di quella locomotiva si muovano pressocchè ad ingranaggio colle rotaie. Ei basterà a tal uopo di dare a' cerchioni di queste ruote una grossezza alquanto maggiore della larghezza delle rotaie su cui poggiano; rendere questo eccesso di grossezza debolmente dentato o striato, ed adoperare in quei brevi tratti delle rotaie alquanto più larghe che nel resto ed egualmente striate nel loro eccesso di larghezza: per tal modo stabilendosi in questi tratti un leggiero ingranaggio fra le ruote e le rotaie, la locomotiva col convoglio non potrà progredire senza che le ruote di quella continuino a girare. Trattandosi di brevi tratti si potranno facilmente evitare gl' inconvenienti generalmente inerenti a questo sistema ad ingranaggio.

Prima di passare al calcolo su' particolari tutti del proposto sistema aggiungo qui, che per poter apportare ai risultati di questo calcolo la sanzione dell' esperienza ovvero le modificazioni che questa suggerirà, riesce facile istituire all'uopo un esperimento; perciocchè basterà far muovere una piccola locomotiva atmosferica su di un tratto di un' attuale strada ferrata facendola trasportare da una locomotiva a vapore: si potrà per tal modo caricare il serbatoio di quella locomotiva ed esaminare i risultati ch l'esperienza porgerà.

II.

Formole di calcolo per la soluzione de' diver quesiti relativi al proposto sistema.

Nel sistema in discorso lo apparato della macchina di ferirà da quello delle attuali locomotive a vapore non so nella detta sostituzione del serbatoio alla caldaia co' su accessori, ma pure in ciò che fa d'uopo per soddisfare al seguenti sue particolari condizioni e che costituirà le del modificazioni all' attuale meccanismo. 1°. Nella discesa quando dovrà raccogliersi la forza della gravità, la c municazione fra il serbatoio ed i cilindri in ogni cor degli stantuffi dovrà aver luogo presso il fondo di ques cilindri opposto a quello donde la corsa incomincia, me tre nella salita e nell' azione motrice dell' aria compres dovrà tale comunicazione effettuarsi in senso opposto; 2 nel passaggio da'cilindri al serbatoio dovrà essere una val vola che nel raccogliersi la forza della discesa si apr ad ogni corsa degli stantuffi, quando la pressione dell'ar ne' cilindri stessi sarà pervenuta al grado presso a poc che in allora avrà nel serbatoio; il quale passaggio do vrà tenersi sempre aperto quando all' opposto dovrà l'ari compressa passare dal serbatoio ne' cilindri. Una tale val vola ed in generale una tale condizione è necessaria, af finchè ad ogni corsa degli stantuffi nella discesa, l'aria e sterna incominci a resistere contro di questi colla pres sione di un' atmosfera, e non già colla pressione che i allora si troverà avere nel serbatoio. Se così non fosse la quantità di resistenza che l'aria offrirebbe in una cors giungerebbe presto ad arrestare il movimento circolar delle ruote motrici. Per far sì che questo movimento no venga presto arrestato, si renderà per la maggior part de' casi necessario di tenere riunite od accoppiate le ruot della locomotiva, come al presente spesso si pratica: pe tal modo si farà agire contro quella resistenza la forz viva di tutte queste ruote; 3°. è necessario infine che nell salita venga impiegato il meccanismo ad espansione variabile, al quale pel corso della intera salita basterà far cangiare di posizione per una volta sola; la qual cosa è altresì ora spesso praticata.

Per adempiere a tali condizioni è facile il concepirne ed il praticarne i mezzi; perlocchè nel calcolo che segue io ritengo che siasi ad esse soddisfatto. Io faccio soltanto riflettere che se per soddisfare a tali condizioni la locomotiva in questo sistema dovrà avere qualche altro prezzo di meccanismo che manca nelle attuali locomotive, essa sarà tuttavolta molto più semplice di queste per la mancanza della caldaia con focolaio ed accessori, e del carro di provvisione.

Ciò posto, dinoto per P il peso totale del convoglio discesa, compresa la locomotiva, per L la lunghezza lla strada, per p la sua pendenza, ossia il seno delangolo d' inclinazione che la sua linea forma coll' orizınte, per U il volume dell' aria nel serbatoio e per A numero di atmosfere di pressione che quest' aria avrà . termine del cammino L. In conformità dell' esperienze tituite da De Pambour ammetto, che la resistenza proria di un carro al tiro sopra una strada ferrata di li-ɜllo sia di 3,6 chilogrammi per ciascuna tonnellata di eso in movimento, ossia di 0,0036 di questo peso, fa-ɜndo astrazione dell' aumento di resistenza che si sperienta nelle curve. Ritengo sempre per unità il chilorammo ed il metro; ed assegno alla resistenza delaria contro il convoglio in movimento il valore di 0 chilogrammi, il quale corrisponde ad una velocià di circa 11^m a $1''$. Suppongo che il rapporto fra ı velocità degli stantuffi della macchina e quella delle uote motrici della locomotiva sia di 0,2 almeno, ed asegno quindi alla resistenza dell'intero meccanismo agente vuoto il valore di 13 chilogrammi riferito alla circonerenza di esse ruote, epperò di 65 chil. contro gli stanuffi; sicchè la totale resistenza provveniente dall' azione lell' aria e del meccanismo sarà di 63 chil. contro la cironferenza.

DISCESA

La quantità di azione che sotto forma di forza viva il convoglio porterebbe seco al termine del cammino L se scendesse liberamente è espressa da $[P(p-0{,}0036)-63]L$. Impiegando questa quantità di forza per vincere una resistenza che sarebbe qui quella per la compressione dell' aria, io ammetto che 0,1 di essa quantità sia distrutta per le ulteriori perdite o resistenze passive che per ciò si sperimenteranno. Resterà quindi la quantità

$$0{,}9\,[P\,(p-0{,}0036)-63]\,L$$

pel valore dell' azione motrice che gli stantuffi dovranno trasmettere alla quantità di resistenza-compressione.

Per comprimere e ridurre al volume U ed alla pressione A un volume di aria atmosferica libera è necessaria una quantità di forza espressa da

$$10335.2{,}302.U\,A\log A = 23791\,UA\log A \quad (1).$$

Ma ne' cilindri stessi pe' quali questa compressione si opererà l'atmosfera esterna agirà contro tale azione resistente con una quantità di forza espressa da $10335\,U(A-1)$, giacchè il volume di aria esterna da introdursi nel serbatoio è dato da $U(A-1)$; dunque la quantità di azione estranea da impiegarsi per produrre il detto effetto-compressione è espressa da

$$U\left(23791\,A\log A - 10335(A-1)\right).$$

Volendo produrre questo effetto durante la discesa L e mediante la detta quantità di azione libera che la discesa stessa darà, si dovrà avere

$$0{,}9\,[P(p-0{,}0036)-63]\,L = U\,[23791\,A\log A - 10335(A-1)].$$

È questa la relazione analitica fra la quantità di azione data dalla discesa L e l'effetto utile-compressione corrispondente.

Esprimo per π il peso delle ruote (supposte di egual raggio e piene) di tutte le vetture del convoglio compresa la locomotiva, e per v la velocità del convoglio stesso in un punto corrispondente ad un cammino L' percorso. La quantità di azione corrispondente alla forza viva che il convoglio possiederà in tal punto sarà presso a poco

$$0{,}5\,\frac{P+0{,}5\pi}{9{,}81}\,v^2 = 0{,}051\,(P+0{,}5\,\pi)\,v^2,$$

ove il numero 9,81 esprime il valore della gravità.

Epperò nel punto stesso questa quantità sarà eguale alla differenza fra il primo ed il secondo membro della precedente equazione, dopo aver posto in essa L' invece di L.

Dinoto per u il volume riunito sviluppato da'due stantuffi in una loro semplice corsa, e per a la pressione in numero di atmosfere che avrà l'aria nel serbatoio al termine di questa corsa. Durante la corsa stessa l'aria offrirà

---

(1) Per la dimostrazione di questa formola suppongo che l' aria venga compressa in un cilindro; e dinoto per V il suo volume allo stato naturale, e per a la sua pressione sull' unità di superficie, cioè chilogrammi 10335 per metro quadrato; esprimo inoltre per U il volume di quest' aria nello Stato di compressione cui deve ridursi e per a' la pressione corrispondente; e dinoto infine per x il volume dell' aria stessa in un punto intermedio di compressione, nel quale però la pressione sarà $\frac{a'U}{x}$.

La quantità di azione necessaria per comprimere questo volume da x fino ad $x-dx$ ha per differenziale la espressione $-\frac{a'U}{x}\,dx$ di cui l' integrale è $-a'U\log x + C$; il quale dev' esser nullo per $x=V$, giacchè in tal punto incomincia la compressione. Prendendo quindi questo integrale fra' limiti $x=V$ ed $x=U$, si ha per la quantità di azione in discorso la espressione $a'U\log.\frac{V}{U} = a'U\log\frac{a'}{a}$ per essere $\frac{V}{U}=\frac{a'}{a}$. Cangiando questi logaritmi neperiani in logaritmi ordinari, e mettendo $a=10335$, $a'=10335\,A$ si deduce la formola data di sopra.

È chiaro poi che questa formola esprime pure la quantità di azione che quest'aria compressa sviluppa o restituisce nel passare dal volume U al volume V.

contro gli stantuffi una quantità di resistenza espressa da $23791\, u \log a$, giacchè si suppone come si è detto che in ogni corsa l'aria ne' cilindri incominci a resistere colla sua naturale pressione di un' atmosfera. Esprimo inoltre per c la lunghezza della corsa degli stantuffi e per r il detto rapporto fra le velocità di questi e delle ruote motrici. Durante la corsa stessa il peso P del convoglio darà contro la compressione una quantità di azione espressa da $0{,}9\ [P\ (p-0{,}0036) - 63]\frac{c}{r}$. Ora è chiaro che la massima velocità del convoglio si verificherà nel punto in cui sarà

$$0{,}9\ [P\ (p-0{,}0036)-63]\frac{c}{r} = 23791 u \log a\,,$$

perciocchè da questo punto in poi la quantità di azione resistente-compressione si farà maggiore della quantità di azione motrice.

In fine per addivenir nullo il movimento circolare delle ruote è necessario, che la quantità di azione corrispondente alla loro forza viva addivenga eguale alla somma delle quantità di forza resistente che in una corsa si opporranno contro gli stantuffi e contro le ruote stesse, a prescindere dalla resistenza delle rotaie e dall' azione del peso del convoglio durante questa corsa. Dinoto per π' il peso della locomotiva escluso quello delle ruote cogli assi e per π'' il peso di queste, e pongo eguale a 0,07 il rapporto fra il diametro di questi assi e quello di esse ruote. La quantità di resistenza-compressione contro gli stantuffi in una loro semplice corsa è data come sopra da $23791\, u \log a$. La detta quantità di resistenza che durante una tale corsa si opporrà pure al movimento delle ruote si compone di quella derivante dalla resistenza del meccanismo ed espressa da $13\frac{c}{r}$ e dell' altra che avrà luogo intorno agli assi delle ruote stesse, la quale è dinotata presso a poco da

$$0{,}07.0{,}07\pi'\frac{c}{r} = 0{,}005\ \pi'\frac{c}{r}$$

Adunque mettendo altresì a calcolo $\frac{1}{10}$ dell'azione motrice per ulteriori perdite o resistenze, la relazione che dovrà verificarsi nel punto in cui quel movimento circolare cesserà, è espressa da

$$0{,}023\ \pi''\ v^2 = 23791\ u \log a + (13 + 0{,}005\ \pi')\frac{c}{r}\,.$$

SALITA

È chiaro che nella salita la quantità di azione che per dilatazione l'aria compressa svilupperà o somministrerà, sarebbe uguale a quella impiegata per la compressione (a prescindere dalle ulteriori resistenze passive) quantevolte l'aria dopo di aver agito ne' cilindri uscisse fuori con pressione naturale, ossia di un' atmosfera siccome entrò. P[er] ottenere questo risultamento dovrebbe adoperarsi un me[c]canismo ad espansione continuamente variabile, ovve[ro] una valvola nel passaggio da' cilindri all' esterno, in mo[do] d' aprirsi in ogni corsa e nel momento in cui la pressio[ne] della espansione sarà diventata eguale ad un' atmosfer[a]. Tutto ciò non sarebbe facilmente ed esattamente pratic[a]bile. Io suppongo quindi che l' azione dell'aria compres[sa] nella salita abbia luogo ad una certa espansione fissa da l' incominciamento della salita stessa fin presso al termi[ne] di essa, e che in tal punto si porti a piena pressione [e] così prosegua fino al termine stesso; cosicchè nell' inte[r]corso della salita il meccanismo ad espansione cangerà [di] posizione per una volta sola. E riferendomi però all' [a]zione dell' aria con espansione io dinoto per r' il rapport[o] fra la parte a piena pressione e la intera lunghezza [di] una corsa di stantuffi.

In ogni corsa di stantuffi il volume U dell'aria nel ser[]batoio addiverrà $U+r'u$ dilatandosi nella quota a piena pres[]sione de' cilindri; epperò la originaria pressione A del

l'aria compressa addiverrà nella 1.ª corsa $\frac{U}{U+r'u}A$, nell[a]

2.ª corsa $\left(\frac{U}{U+r'u}\right)^2 A$ e simile; perlocchè facendo

$\frac{U}{U+r\,u} = R$ le quantità di azione corrispondenti che l' aria

compressa svilupperà in questa quota a piena pressione e nelle diverse corse, saranno rispettivamente.

$$23791(U+r'u)RA\log\frac{1}{R}$$
$$23791(U+r'u)R^2A\log\frac{1}{R}$$
$$23791(U+r'u)R^3A\log\frac{1}{R}$$
. . . .

delle quali la somma per n corse è espressa da

$$23791\ UA\frac{R^n-1}{R-1}\log\frac{1}{R}.$$

Nella quota de' cilindri in cui l' aria agirà ad espansione, essa in ogni corsa dal volume $r'u$ passerà al volume u, e la pressione da RA nel principio della 1.ª corsa addiverrà $r'RA$ al termine della corsa stessa, nella 2.ª corsa da R^2A addiverrà $r'R^2A$ e simili. E quindi ragionando come per lo innanzi, la totale quantità di azione che l' aria compressa svilupperà contro gli stantuffi nella quota ad espansione e nelle stesse n corse è espressa da

$23791\ UA\frac{R^n-1}{R-1}R'\log\frac{1}{r'}$ avendo posto $\frac{r'u}{U+r'u}=R'$. Adunque in queste n corse in cui l' aria compressa agirà nei cilindri prima a piena pressione e di poi ad espansione, la totale quantità di azione che svilupperà sarà

$23791\ UA\frac{R^n-1}{R-1}(\log R+R'\log r')$, prendendo con segno + i logaritmi delle frazioni R ed r'.

Suppongo che l' azione ad espansione cessi quando la pressione AR^n nel serbatoio sarà diventata abbastanza piccola ed eguale ad a', e che da un tal punto in poi l' azione sia a piena pressione, sicchè sia $r'=1$ durante il numero di altre n' corse. Si avrà dall' aria compressa e nel periodo di queste n' corse la totale quantità di azione espressa da

$23791\ Ua'\frac{R^{n'}-1}{R-1}\log R$. E quindi durante le $n+n'$ corse cioè nel corso dell' intero cammino L in salita, l' aria compressa somministrerà la totale quantità di azione

$$23791\ U\left[A\frac{R^n-1}{R-1}(\log R+R'\log r')+a'\frac{R^{n'}-1}{R-1}\log R\right].$$

Nel corso di quest' azione dell' aria compressa l' atmosfera esterna agendo contro la faccia opposta degli stantuffi, consumerà dell'azione stessa una quantità espressa da $10335(n+n')u$, e durante il cammino L il meccanismo ne assorbirà la quantità 13L. D' altra parte la totale quantità di resistenza del convoglio su tale linea in salita è espressa da $[P'(p+0,0036)+50]L$, ove P' dinota l' intero peso ascendente. Dunque, col riguardo alle ulteriori perdite, per effettuare questa intera salita mediante quella forza dell' aria compressa dovrà essere

$$0,9\left[23791U\left(A\frac{R^n-1}{R-1}(\log R+R'\log r')+a'\frac{R^{n'}-1}{R-1}\log R\right)-10335(n+n')u-13\ L\right]=[P'(p+0,0036)+50]\ L.$$

È questa la relazione riguardante la intera salita del convoglio.

Di questa equazione i tre primi termini in parentesi del 1° membro dinotano la quantità di azione teorica che l' aria compressa somministrerà, ed il termine

$LP'(p+0,0036$

del 2° membro esprime la quantità di resistenza delle rotaie al tiro. Ora dinotando per Q la somma dei detti primi termini la equazione stessa può porsi sotto la forma

$$[P'(p+0,0036)+61,7]\ L=0,9\ Q.$$

E facendo $61,7=mP'(p+0,0036)$ una tale equazione prende la forma di $LP'(p+0,0036)=\frac{0,9}{1+m}Q$.

Dinoto per l ed l' le porzioni del cammino L percorse con espansione e senza espansione. Si avrà $l=\frac{nc}{r}$, $l'=\frac{n'c}{r}$

Al termine di una porzione L' del cammino L la quantità di azione corrispondente alla forza viva del convoglio, cioè $0,051(P'+0,5\pi)v^2$ dovrà essere uguale alla differenza fra il 1° ed il 2° membro della precedente equazione ove per L si sia posto L'.

La relazione che darà il punto della massima velocità in salita è qui espressa da

$$0,9\left(23791R^{n''}A[(U+r'u)\log R+r'u\log r']-10335u-13\frac{c}{r}\right)$$

$$=\left(P'(p+0,0036)+50\right)\frac{c}{r},$$ ove n'' dinota il numero delle corse corrispondenti ad un cammino l'' dopo le quali questa velocità massima si verificherà. Ma si è supposto, come avverrà, che ciò si verifichi nel corso del cammino ad espansione.

Il punto nel quale converrà arrestare l'azione ad espansione per agire a piena pressione dovrà chiaramente aver luogo, quando per la diminuita pressione dell' aria nel serbatoio, la quantità di azione che quest' aria potrà somministrare in una corsa di stantuffi sarà diventata eguale a quella che l'atmosfera esterna le toglierà per l'azione sua contro la faccia opposta degli stantuffi stessi, più la quantità di resistenza del meccanismo. Perlocchè quel punto è dato dalla relazione

$$0,9.23791\ a''[(U+r'u)(\log R+r'u\log r')]=10335u+65c.$$

Alle formole finora date sul calcolo della quistione in disamina aggiungo la espressione $\frac{U(A-1)}{r\ L}$ pel valore dell' area riunita de' due stantuffi della macchina.

III.

Applicazione

Supponsi $L=6000$ metri, $p=0,03$, $U=8$metri cubici ed $A=21$ atmosfere.

Si avrà per la discesa $P=28000$ chilogrammi. E facendo inoltre $r=0,2$, $c=0,4$, $\pi=4000$, $\pi'=7500$ e $\pi''=1000$, si avrà per la velocità massima nella discesa stessa il valore di circa $17^{m}.4$; il quale si verificherà ad una pressione di circa 9 atmosfere nel serbatoio, e quindi al termine de' primi 2700 metri di cammino, giacchè l'area unita degli stantuffi risulta di m.q.0,133. Il punto in cui cesserà il movimento circolare delle ruote corrisponderà ad una pressione di circa 19,5 atmosfere nel serbatoio, epperò a 450^{m} prima del termine della discesa ed ove la velocità del convoglio sarà di $8^{m}.5$. Per questi 450 metri non si potrà quindi continuare a raccogliere nel proposto modo, non solo la forza di una tale residuale discesa, ma neppure quella dovuta alla discesa già compiuta e rappresentata dalla cennata velocità di $8^{m}.5$.

In tale stato di cose io suppongo che la compressione si faccia in vece arrestare a circa 700^{m} prima del termine di questa discesa, cioè quando la velocità del convoglio sarà di 10^{m}, e che si scenda così liberamente fino al termine stesso. Si giungerà in questo con velocità alquanto minore di 20^{m}. Ora per effetto di questa velocità acquistata il detto convoglio potrà percorrere un tratto di 1000^{m} in salita al 2,5 per 100, al termine del quale giungerà privo di velocità. In tal modo praticando, la lunghezza dell'intera linea sarà di 7000^{m} de' quali i primi 6000 in discesa al 3 per 100 e gli altri 1000 in salita al 2,5 per 100; e la quantità di forza non raccolta sotto forma di aria compressa verrà resa utile pel cammino su questi 1000^{m} di strada, giacchè nel ritorno del convoglio sarà essa restituita in forma di forza viva. Epperò la pressione massima dell'aria nel serbatoio sarà di 19 atmosfere ossia di 18 atmosfere contro le pareti dello stesso. La velocità media nella discesa sarà infine di circa 11 metri.

In quanto alla salita cioè al ritorno del convoglio per la detta linea di 6000^{m} io ammetto per semplicità di calcolo, che nell'incominciamento del tratto al 3 per 100, l'aria nel serbatoio quantunque in effetti a 19 atmosfere sia a 21 atmosfere di pressione; perciocchè la quantità di forza che mancherà in aria compressa si avrà in forma di forza viva per la discesa de' detti 1000^{m}. Io suppongo inoltre che in tale ritorno il meccanismo ad espansione sia fissato in modo che si abbia $r'=0,1$.

Il punto in cui dovrà cangiare la posizione di questo meccanismo ed agirsi a piena pressione corrisponderà ad una pressione di circa 4 atmosfere e quindi a 900^{m} prima di compiere la salita. Risulta da ciò che il cammino con espansione sarà di 4800^{m} e di 416^{m} quello con piena pressione; sicchè resteranno 784^{m} da percorrersi per effetto di forza viva acquistata. Val quanto a dire io suppongo che da $AR^{n}=21$ fino ad $AR^{n}=4$ si cammini con espansione, e che da $AR^{n}=4$ fino ad $AR^{n}=1$ si cammini con piena pressione.

Da questi dati e da tali supposizioni risulta per la salita $P'=14000$ chilogrammi. La velocità massima risulta di 34^{m} ed avverrà nel punto di 14 atmosfere di pressione nel serbatoio. Questa velocità essendo eccessiva, la si e[...] viterà percorrendo senza l'azione dell'aria i detti 784^{m} che così dovranno percorrersi.

Con questo valore di P' la detta resistenza al tiro s[u] tale salita addiventa di 370 chilogrammi; epperò si h[a] in questo caso $LP'(p+0,0036)=0,8Q$. Ora dagli esperimenti istituiti da de Pambour sulle locomotive a vapore in movimento si ha, che in questo attuale sistema a vapore la quantità di resistenza al tiro valutata per la precedente formola è altresì uguale a 0,8 circa della quantità di azione teorica del vapore, considerando in questa la sua pressione nella caldaia siccome pressione effettiva contro gli stantuffi (vedi Morin *Manuale di Meccanica Pratica*). Ma poichè nelle macchine a vapore la temperatura di questo nella caldaia è sempre alquanto maggiore di quella che ha luogo ne' cilindri, però quella pressione effettiva è sempre minore di quella nella caldaia; donde risulta che il detto rapporto 0,8 relativo a cosiffatte locomotive è alquanto minore dell'effettivo, e quindi il rapporto stesso può con fiducia ritenersi relativamente al sistema proposto e pel caso della presente applicazione.

Da tutto ciò si conchiude che per mezzo di un serbatoio di 8 metri cubici e di una pressione di aria fino a 18 atmosfere oltre l'atmosfera esterna, si può far discendere un convoglio di 28 tonnellate metriche, e farne salire uno di 14 ton. per una linea di 7 chilometri con pendenza media del 2,20 per 100, e che la velocità media del trasporto sarà di circa 11 metri a 1″.

Il peso del convoglio vuoto può comporsi così:

Peso della locomotiva tonnellate.	8500
Peso di 3 carri vuoti tonnellate.	5500
Totale tonnellate.	14000

Epperò nella discesa si può trasportare un carico utile di ton. 14. Il quale risultato può altresì ritenersi per una strada diversa dalla supposta cioè non interamente rettilinea, giacchè il peso della locomotiva può essere minore di tonnellate 8,50.

Dalle precedenti formole si deduce inoltre che non cangiando i valori di L e di Lp non variano neppure i valori di P e di P'; perlocchè la totale differenza di livello Lp può non essere uniformemente distribuita sulla linea in discesa L. Questa linea potrà comporsi di tratti a pendenze diverse, sicchè la quantità Lp sia la somma de' prodotti

della lunghezza di ciascun tratto per la rispettiva pendenza. Ciò non apporterà alcun cangiamento alle date relazioni riguardanti la intera discesa e la salita del convoglio.

Avvi finalmente da riflettere che in questo proposto sistema e pel caso di un commercio tutto discendente, il carico ne' diversi viaggi in discesa dovrà essere pressochè costante; perciocchè se in un viaggio questo carico fosse minore di quello corrispondente al dato volume del serbatoio ed alla compressione massima adottata, potrebbe non aversi la forza necessaria per far salire il convoglio vuoto.

GIURISPRUDENZA

PER L' ARCHITETTO E PER L' INGEGNERE (a).

Decisioni giudiziarie.

(N.° 37.)

Perchè si abbia il dritto di occupare permanentemente sebbene a tempo, il fondo del vicino a fin di tagliare le pietre sottoposte al proprio fondo, è uopo che siavi una servitù costituita col consenso del proprietario, non essendovi legge che si presti a concederla altrimenti che con questo consenso. Il motivo del concedersi il passaggio legale sul fondo del vicino, nel senso dell' art. 603 leggi civili, sta nella necessità in caso d'interchiuso e non nell'utile maggiore che voglia ricavarsi dal proprio fondo, avente già un' uscita alla pubblica strada. E però mal si avviserebbe colui il quale senza questa necessità, e solo per cavar le pietre dal proprio fondo si facesse a domandare il passaggio legale sul fondo del vicino. — *Gran Corte Civile di Napoli. — Decisione del 13 febbraio 1851. — Causa Galiero e Principe di Castagneto.*

(N.° 38.)

La esistenza di una stradella intermedia tra due predî togliendo la contiguità, toglie che un muro possa dirsi comune. Similmente è un segno che sta contro la comunione, la esistenza di luci o finestre nel muro medesimo.

La destinazione del padre di famiglia ha luogo quando trattasi di servitù non quando si tratta di proprietà. — *Gran Corte Civile di Napoli. — Decisione del dì 25 aprile 1851. — Causa Pietravalle e de Salvo.*

(1) Vedi Anno I.° p. 75 e 156 e Anno II.° p. 41.

(N.° 39.)

L' architetto cui nel corso di esecuzione de' lavori a lui affidati, vien rivocato il mandato, ha dritto agli onorarî, non solo pe' lavori terminati al tempo della rivocazione, ma anche per quelli che ha fatto eseguire per la conservazione de'primi. Si trattava nel fatto di lavori di covertura senza de' quali le fabbriche innalzate correvano sicuro pericolo di deterioramento. In questo caso l' architetto facendoli eseguire, è reputato aver fatto atto di buona amministrazione. Di più esisteva un contratto a prezzo determinato con l' architetto, a cui la rivocazione del mandato dava il dritto di reclamare dal mandante, a titolo di danni-interessi, tutto ciò che avrebbe potuto guadagnare, se il contratto fosse stato rispettato (art. 1794 del Codice Civile, 1640 Leggi Civili) cioè gli onorarî per tutta l'impresa. — *Corte di Cassazione di Francia. — Arresto del dì 5 febbraio 1851.*

(N.° 40.)

Il locatore è garante del disturbo cagionato dal fatto del vicino il quale, usando del suo dritto, innalza il muro divisorio e toglie in siffatta guisa al conduttore la luce del giorno e l'aria della quale fruiva quando egli entrò nel luogo che gli venne locato.

Fa mestieri allogare tra i vizî o difetti della cosa locata, l'esercizio legittimo del dritto che ha il proprietario del fondo vicino, allorchè pel fittaiuolo ne deriva un disturbo, o una restrizione di godimento. — *Tribunale Civile della Senna. — Sentenza del dì 6 marzo 1851.*

(N.° 41.)

Una servitù di acquidotto stabilita sopra un fondo a profitto di un fondo inferiore, la quale ha cessato di esistere in seguito della distruzione avvenuta per forza maggiore del canale destinato a condurre le acque sul fondo sottoposto alla servitù, ha potuto rinascere per la formazione di un nuovo canale, anche quando non sia stato questo praticato nello stesso sito dell' antico, e l' acquidotto, o il canale sia stato aperto in un'altra direzione, se d' altronde le acque sono ricondotte sul fondo serviente. In effetto, giusta l' art. 704 del codice civile (625 LL. CC.), per far rivivere una servitù momentaneamente estinta, basta che lo stato delle cose siasi ristabilito in modo che se ne possa far uso. Ei non è punto necessario che lo stato antico sia identicamente lo stesso; la legge non lo esige affatto. Il dritto del fondo dominante rinasce perciò solo che colui al quale esso appartiene può come per lo passato prendere le acque sul fondo soggetto, quale che sia il mezzo dal proprietario di quest' ultimo liberamente adoperato per ricondurle, e quale che sia ancora il punto

in cui dovrassi all'avvenire esercitare il diritto di prender l'acqua, se è dichiarato in fatto dall'arresto che consacra questa servitù, che il nuovo esercizio sarà meno dannevole dell'antico al proprietario che la deve. — *Corte di Cassazione di Francia. — Arresto del dì 21 maggio 1851.*

(N.° 42.)

Una servitù consistente in versare le acque di uno stagno sulle proprietà sottoposte deve, quando si manifesta con opere esteriori, essere considerata come servitù continua ed apparente e capace di possesso e di prescrizione, anche quando, come nella specie, l'uso della servitù producesse per un tempo più o meno lungo la inondazione delle proprietà sottoposte (art. 23 e seguenti del Codice di Procedura civile; art. 688, 689, 690 e 2229 del Codice civile ; 609, 610, 611 e 2135 LL. CC.) — *Corte di Cassazione di Francia, — Arresto del 21 giugno 1851* (a).

Decisioni amministrative.

(N.° 31.)

Nella valutazione delle indennità dovute per riparazione del pregiudizio proveniente da lavori pubblici si debbono prendere esclusivamente per base i danni sofferti e non i danni eventuali che possono risultare da lavori che non sono ancora eseguiti (b). — L'aumento di valore cagionato da' lavori e che si compensa co' danni sino alla debita concorrenza (c) deve esser determinato dall'insieme de' vantaggi di cui profitta l'intiera proprietà e non già solo in ragione di quelli che non giovano che ad una o ad altra delle sue parti. — *Consiglio di Stato di Francia. — Arresto del dì 9 febbraio 1850. — Causa Comune della Guillottière contro Barbut ed altri.*

(N.° 32.)

Nel caso di cessazione assoluta di lavori aggiudicati, i materiali esistenti nelle cave o in deposito fuori de'siti destinati agli ammannimenti per l'opera (*chantiers*) rimangono a conto dell'appaltatore il quale non può quindi reclamare alcuna indennità per la loro perdita o deteriorazione. — La cessazione assoluta de'lavori aggiudicati sia che abbia luogo per la soppressione de'fondi assegnati all'opera o per ogni altra causa, non deve mai dar luogo in favore dell'intraprenditore ad una indennità maggiore della cinquantesima parte delle spese che rimanevano a farsi in virtù dell'aggiudicazione. — *Consiglio di Stato di Francia. — Arresto del dì 16 febbraio 1850. — Causa Montbrun.*

(N.° 33.)

Il cessionario di un appalto di lavori pubblici di cui una clausola speciale vietava la cessione, non ha alcuna qualità per reclamare dall'amministrazione l'esecuzione dei patti e condizioni del contratto stipulato con l'appaltatore dal quale esso ha ricevuta la cessione. — *Consiglio di Stato di Francia.—Arresto del dì 26 marzo 1850.—Causa Painchaux.*

(N.° 34.)

Non si può considerare come cava in uso e che dia luogo al pagamento del valore de' materiali, una cava nella quale i materiali sono stati estratti in epoca anteriore dall'amministrazione, ma non mai per conto e profitto del proprietario. — L'estrazione fatta fare dal proprietario stesso non è neppur sufficiente allorchè ha avuto luogo in un terreno sottoposto alle servitù militari ed è stata immediatamente sospesa per ordine del genio. — Nel caso di estrazione di materiali per pubbliche costruzioni non si opera una espropriazione totale o parziale che, a termine delle leggi, porti una previa indennità.—*Consiglio di Stato di Francia. — Arresto del dì 13 aprile 1850. — Causa Rouillè contro Daviau e Chaignau.*

(N.° 35.)

Un appaltatore non può rifiutarsi alle conseguenze delle modificazioni al progetto primitivo che ha volontariamente eseguite sopra un semplice ordine verbale e senza precedenti misure : il calcolo de' lavori di terra così eseguiti deve farsi non sulle previsioni del progetto primitivo ma secondo i profili e le misure definitive fatte in corso di esecuzione. — Il punto di partenza del termine di garentia non deve computarsi, in mancanza di una stipulazione contraria se non dalla ricezione provvisoria de'lavori. — Le spese di estirpamento di alberi e ceppaie entrano nelle spese generali di una intrapresa e non possono dar luogo ad una domanda d'indennità. — L'intraprenditore non può pretendere all'interesse delle somme che gli sono dovute, che dopo la ricezione definitiva dei suoi lavori ; questi interessi non corrono di pieno dritto;

(a) Questo arresto annulla una sentenza contraria del dì 24 aprile 1846 del Tribunale Civile di Châlons-sur-Marne.

(b) Vi sono nello stesso senso gli arresti della Corte di Cassazione del dì 16 luglio 1844, causa *Lacroux - Lacoste*, del 7 aprile 1845, causa *André e Rieder - Montborne* e del 17 decembre 1845, causa *Godefroy*.

(c) Vedi il N.° 15 delle *decisioni amministrative*, Anno I.° pag. 80 e la nota (a) ivi.

essi non possono rimontare al di là del giorno della domanda. — *Consiglio di Stato di Francia.* — *Arresto del dì 11 maggio 1850.* — *Causa Brun.*

(N.° 36.)

Un intraprenditore non può domandare un supplemento di prezzo per l'uso di cave diverse da quelle previste nel progetto, se non giustifica di aver provocato dall'amministrazione l'esame dell'insufficienza delle cave indicate nel progetto. — L'intraprenditore il quale nel caso di aumento notabile nel prezzo de' materiali durante il corso dell'intrapresa, non ha dimandato la risoluzione del suo contratto, conformemente alle clausole e condizioni generali, non può più reclamare un supplemento di prezzo pel detto aumento.—Un aumento notabile nel prezzo durante il corso dell'esecuzione non costituisce un caso di forza maggiore nel senso delle condizioni generali. — *Consiglio di Stato di Francia.*— *Arresto del dì 8 giugno 1850.*—*Causa Bernard.*

(N.° 37.)

I lavori eseseguiti da un intraprenditore al di là delle previsioni del progetto non possono dar luogo ad una domanda d'indennità da parte sua, se esso non documenta d'aver ricevuto un ordine scritto prescrivente questi lavori supplementari, o almeno un ordine verbale la cui esistenza sia riconosciuta dagl'ingegneri. — *Consiglio di Stato di Francia.* — *Arresto del dì 8 giugno 1850.* — *Causa Montbrun.*

MISCELLANEA.

Ponte galleggiante della stazione della Middand Great Western Railway a Dublino. — Questo ponte è situato sulla linea di accesso dalla città alla stazione e dà passaggio sopra un ramo del Canale Reale, nel sito dove questo incontra la strada di Philipsborogh sull'acquedotto di Foster. Esso doveva impedire il meno possibile la navigazione del Canale, e non essendovi che un'altezza di 16 pollici fra il livello della strada e quello dell'acqua nel canale, fu necessario di pensare alla costruzione di un ponte mobile di una particolare struttura. Dopo le opportune considerazioni, fu progettato ed adottato il sistema qui appresso descritto, che più di ogni altro si prestava alle circostanze particolari, essendo la larghezza del canale da cavalcare di soli 17 piedi e 4 pollici, e quella da darsi al passaggio di 50 piedi almeno.

L'idea generale di questa forma di ponte mobile fu quella di un pontone o battello a fondo piatto, costrutto in ferro, la cui larghezza è presso a poco quella del tratto di canale da attraversare, e la lunghezza è quasi uguale alla larghezza del passaggio. I travicelli della impalcatura sporgono da' lati e poggiano, quando il ponte è al suo posto, sopra una ritratta o dente continuo formato nel filare superiore di ciascun muro di sponda; ma quando il pontone galleggia questi travicelli sono elevati per 2 pollici al disopra dell'indicato dente, ed il palco del ponte è elevato per eguale altezza dal livello de'muri di sponda del canale. In questo stato il pontone può agevolmente essere spinto lungo il canale per una distanza maggiore della sua lunghezza sino ad incontrare uno spazio laterale ivi formato allargando il canale, e messo in questo spazio il pontone la navigazione rimane interamente libera.

Siccome un pontone galleggiante avrebbe formato una via molto istabile per le vetture, si provvidero de' mezzi onde farlo immergere nell'acqua e poggiare solidamente sul dente delle sponde e per poterlo rialzare rapidamente in modo da farlo galleggiare e poterlo condurre nel sito destinato. A tale oggetto due grandissime valvole furono situate nel fondo del pontone, una presso ciascun estremo, per mezzo delle quali l'acqua può entrare nel pontone ed affondarlo fino a poggiarsi su' travicelli sporgenti. Onde fare uscir l'acqua quando deve rimettersi a galla il pontone, si è disposto un gran sifone di una costruzione particolare, capace di esser messo immediatamente in uso e di esser subito rimosso quando si è tolto dal pontone una quantità di acqua sufficiente per poterlo muovere. Queste operazioni possono farsi da una persona ed in poco tempo, giacchè il passaggio per la navigazione si rende libero in quattro minuti ed il ponte si ristabilisce in meno di tre minuti.

Il costo di questa struttura è di lire sterline 1125, senza le fabbriche le quali costano lire 150; essa è stata compiuta in febbraio 1847, e da quell'epoca è sempre rimasta in esercizio in modo pienamente soddisfacente.

Questa forma di costruzione è applicabile ne'casi ne'quali una larga strada deve attraversare un canale comparativamente stretto, adattandola alle circostanze speciali dei luoghi.

(*Civil Engineer and Architect's Journal.*—*Maggio 1850.*)

Applicazione importante del torchio idraulico. — Una potente macchina idraulica è stata situata da'sig. Armstrong e C. nella miniera di carbon fossile di Murton, appartenente alla Compagnia di South Etton, ad oggetto di tirare i convogli di carretti sotterranei, senza l'aiuto di una macchina a vapore (molto pericolosa in una tale situazione) o di cavalli, un gran numero de' quali non potrebbe produrre tanto effetto quanto questa nuova macchina. Questa si compone di quattro piccoli cilindri e stantuffi, ciascuno di tre pollici di diametro e 12 pollici di corsa; l'acqua che la pone in movimento è tratta con trombe da' pozzi della miniera e vien raccolta in un serbatoio a 606 piedi al disopra del livello dalla macchina, e quindi comunica

una forza enorme agli stantuffi; i tubi che portano l'acqua da' pozzi hanno pollici 4 $^1/_2$ di diametro; la distanza dal pozzo dal quale i convogli sono spinti è di 880 yardi con pendenza di 1 sopra 30 ed 1 sopra 18; il numero de' carretti formanti ciascuno convoglio è ora di 20 o 21; il tempo per percorrere l'indicata distanza è di minuti 4 $^1/_2$ a 6, cioè la velocità di 6 miglia all'ora; la quantità d'acqua che preme sugli stantuffi è di 1 500 galloni e la velocità media dell'apparecchio è di 100 colpi a minuto, sebbene se ne siano ottenuti 130 senza alcun movimento irregolare; la forza della macchina è di circa 30 cavalli, ed il serbatoio e la colonna d'acqua ne riuniscono tanto quanto basta a muovere 20 convogli al giorno; però si potrebbe aumentare questo numero sino a 50, e questo aumento obbligherebbe solo a tirare colle trombe altri 30 galloni d'acqua per minuto per le 24 ore.

(*Civil Engineer and Architect's Journal.—Maggio 1850.*)

Mattoni vetrificati. — Questa invenzione, per la quale il sig. W. G. Elliot di Blisworth, Northampton, ha ottenuta una patente (registrata a' 27 maggio 1850) consiste nel fabbricare mattoni, tegole, tubi ed altri simili oggetti con argilla fusa e gettata nelle forme all'uopo preparate. L'argilla come è tratta dalla cava, se è asciutta, è portata in un fornello ad arca, ed ivi ridotta ad uno stato di fusione e fatta scorrere nelle forme che debbono essere vicine quanto più si può al fornello; giacchè l'argilla fusa deve arrivarvi con un alto grado di calore. Le forme possono farsi di ferro, o di altro materiale opportuno. Esse possono muoversi per mezzo di una catena di fili di ferro, o fascia senza fine, che passa al piede del fornello portando le forme vicino all'apertura donde si fa scorrere l'argilla fusa.

(*Civil Engineer and Architect's Journal.—Luglio 1850.*)

Serratura di sicurezza elettrica. — Il sig. A. Dumont autore di un progetto per lo stabilimento del telegrafo elettrico in Parigi, ha di recente inventata una nuova applicazione dell'elettricità che sembra dover essere di grande utilità pel pubblico. Essa consiste nell'assicurare in un tempo le serrature ordinarie di un'abitazione col mezzo di una macchina molto semplice e di poco costo, che l'inventore chiama *electro-ferme*, e che è contenuto in una scatola di circa 4 pollici in quadro. Questa macchina che può situarsi sopra una tavola, sopra un cammino, ec., ed in qualunque parte della casa, avverte, suonando una campana d'allarme, dell'aprirsi di una porta o di una finestra, senza che la persona che entra possa impedirlo. Essa può applicarsi a qualunque numero di porte e chiusure di una casa, ed anche alle serrature di casse, armadi ec., senza inconvenienti o aumento di spesa. « Gra» zie a questa scoperta, dice *la Belgique industrielle*; l'e» lettricità promette di divenire il migliore e più vigi» lante guardiano della proprietà. » Noi speriamo di essere presto al caso di presentare a' nostri lettori i particolari di questa invenzione.

(*Civil Engineer and Architect's Journal.—8 febbraio 1851.*)

Novello sistema di lastricato. — Il sig. E. A. Chameroy di Parigi, ha ottenuto in Inghilterra a' 22 agosto 1850 una patente per un novello sistema di lastricato per le strade. Questo consiste nel distendere sulle strade de' grossi pezzi o massi di paglia od altra materia fibrosa, impregnati di materiale bituminoso, o con olio o grasso, e fortemente compressi per dar loro la debita forma.

L'inventore prepara dapprima la strada in modo da presentare una fondazione solida e spianata, leggiermente arcata nel mezzo. Quindi vi pone a traverso de' pezzi di legno assicurati a regolari distanze da puntelli o spranghe di legame. Gli spazî fra questi pezzi sono divisi in varî scompartimenti per mezzo di solide lamine metalliche. Uno degli scompartimenti è riempiuto con la paglia o col materiale fibroso, prima schiacciato ed impregnato nel modo detto di sopra, in maniera che le fibre sieno disposte verticalmente, ed indi la massa è fortemente compressa per mezzo di un torchio a vite orizzontale, in modo da fare uscire le materie superflue o grasse. Lo scompartimento seguente è indi riempiuto allo stesso modo, e così finchè sieno ripieni gli spazi fra il primo pezzo di legno ed i seguenti. I materiali, preparati nel modo descritto, possono esser compressi in massi che, raffreddati, possono disporsi sulla strada. Essi possono anche essere ravvolti in lunghe zone ed indi distesi sulla strada col mezzo di rulli. Onde rimuovere lo spiacevole odore delle sostanze bituminose il sig. Chameroy propone di adoperare un piccolo fornello con un lungo tubo orizzontale, che può muoversi sulla superficie de' massi e col suo calore volatilizzare e portar via i gas molesti.

(*Civil Engineer and Architect's Journal.—1 marzo 1851.*)

Un ordine di Architettura Americano. — Gli Americani non si sono finora distinti nelle belle arti e perciò noi siamo stati sorpresi e compiaciuti di trovare nel libro del sig. Bairn, *West Indies and North America*, che essi hanno inventato ed eseguito un ordine di architettura suggerito, come negli antichi tempi fu il Corintio, dalle graziose forme di una produzione naturale. Il sig. Bairn dice « nella parte bassa dell'edifizio e presso alla *Court - Hall* degli Stati Uniti, la mia attenzione fu colpita da ciò che io ho chiamato Scuola Americana di Architettura, e che, se è invenzione di un americano ben merita questo nome. Gli oggetti cui si allude sono molte colonne o pilastri rappresentanti fasci di gambi di grano dell'India, con capitelli che rappresentano i granelli in parte spogliati maturi ed aperti. L'effetto è bello e io vorrei vederlo messo in opera nella costruzione di un edifizio.

(*Civil Engineer and Architect's Journal. — 26 aprile 1851*)

Notizia intorno a' telegrafi elettrici adoperati in Inghilterra

pel sig. Carlo V. Walker, Direttore de' telegrafi elettrici della strada ferrata *South - Eastern*

Voltata in italiano con note da R. Rubini.

(Continuazione e fine , vedi pag. 60).

90. *Codice del telegrafo a doppio indice.* — Dopo d' aver descritto gli apparecchi ed i mezzi impiegati per trasmettere a nostro talento segnali a grandi distanze, ci rimane a dichiarare la maniera onde interpetrarli, in modo che si possano intendere le idee che vengon comunicate. Il più importante è il telegrafo a doppio indice, rappresentato nella figura 14, ed al quale più volte ci siam rimessi nella precedente esposizione. La cassa è di mogano ; il quadrante è d' ottone inargentato ; i chiodi che congiungono i varii membri sono d' avorio ; gli aghi di acciaio calamitato ; le lettere nere ; i manubrii pur essi di mogano. Il cerchio alla base dello strumento è l' *apparato del silenzio* , altrove descritto. Questo telegrafo nella posizione attuale trovasi rivolto a tutte le stazioni , e talmente che i segnali vengon da Londra, appaiono sullo strumento, e vanno a Dover. S' intendon fatte le congiunzioni , quando si dirige l' ago al nome che si vede inciso sulla faccia del telegrafo.

Dobbiamo ora descrivere, come soltanto coi due aghi , ciascuno de' quali ha due movimenti , si componga l' alfabeto. Sulla faccia dello strumento come vedesi sono disposte in serie le lettere dall' alfabeto, cominciando dalla sinistra e terminando a dritta , come nella scrittura comune. La serie che comincia con A e va sino a P è sulla parte superiore degli aghi, e la rimanente da R ad Y al di sotto degli stessi. Vedesi eziandio che v' ha dalle lettere una sola volta incise , altre due volte , ed altre anche tre. Per segnare una lettera una sola volta incisa richiedesi un sol movimento dell' ago ; due movimenti si richiedono per segnare quelle doppiamente incise , e finalmente tre per quelle incise tre volte. Si segnano le lettere della serie superiore muovendo l'ago il più vicino e dirigendolo di rimpetto alla lettera : Quelle poi della serie inferiore vengon segnate muovendo ambi gli aghi, e dirigendo le loro punte inferiori verso la lettera che si vuole. Le sei lettere C, D, L, M, U, e V richieggon un doppio movimento sia d' un solo sia d'entrambi gli aghi, prima a dritta e poi a sinistra per le lettere C, L ed U, ed al contrario , prima a sinistra e poi a destra per le rimanenti D , M , V. Queste sei lettere sono incise ad intervalli tra i quali vi sono due strali. L'alfabeto che con questa disposizione si ottiene è d' un carattere semplice , e facilmente se ne acquista l' uso ; esso pare confuso a chi sia estraneo alla cosa ; ma quando ne ha la chiave, ogni difficoltà va via : può ancora a prima giunta sembrare che un telegrafo a quadrante, il quale ha il suo alfabeto disposto in giro sopra un quadrante, ed un indice che col suo movimento accenna ciascuna lettera, sia molto più semplice. Ve ne ha parecchi di cotesti telegrafi, taluni de' quali sono ottimamente montati , ed in essi è così semplice , nel fatto , il segnare una lettera , che non è da maravigliarsi se il pubblico generalmente , a prima giunta e senza avere studiato il merito pratico di quello che descriviamo , possa prontamente decidersi in favore del primo , e preferirlo a qualunque altro il cui *abbiccì* sia meno ovvio.

91. Pare che in Francia si spaventarono d' un nuovo alfabeto : e quando si determinarono ad adottare un telegrafo elettrico , s' inginnse che fosse esso costruito in modo da presentare all' occhio segnali simili a quelli quelli indicati dal telegrafo di Chappe. Questo è somigliante alla lettera T : l'asta verticale è fissa ; l' orizzontale può muoversi sotto varii angoli rispetto a quella verticale , i due bracci corti messi agli estremi dell' asta orizzontale, possonsi anch' essi porre sotto varii angoli rispetto a quest' asta. Nel telegrafo elettrico su questa foggia costruito, non fu possibile muovere l' asta orizzontale , così che doveva rimanere orizzontale, e solo le braccia potevansi muovere ; in questo modo l' uso di questa sorta di telegrafi è limitato. Come potevasi aspettare , gl' impiegati (secondo Moigno) trovarono più difficoltoso il rendersi familiare il maneggio di cotesto nuovo strumento , che l' imparare un nuovo codice di segnali.

92 Ma ella è così difficil cosa l' imparare un nuovo alfabeto ? Ogni scolare ne conosce parecchi , quali sono il romano maiuscolo ed il minuscolo , il manuscritto , l'inglese antico , il greco , ed altri differenti ancora , nè ve n' è alcuno tra questi le cui lettere vengan rappresentate da così pochi tratti di penna , per quanti sono i movimenti dell'ago nelle lettere telegrafiche. Prendasi per esempio uno de' più semplici nostri alfabeti , il *maiuscolo romano* , e si confrontino le lettere di questo con i segni corrispondenti del telegrafo , come qui appresso :

A	⟍	E	/	G	///
B	⟍⟍	F	//	H	\

93. La semplicità di questi segni è manifesta. Se per la lettera A dell' alfabeto romano richiedonsi due tratti a diagonale ed uno orizzontale , per la stessa lettera nell' alfabeto telegrafico si richiedono solo due diagonali ; se un tratto verticale e tre orizzontali servono a formare la lettera E nel primo alfabeto , nel secondo questa medesima lettera non richiede che una sola diagonale ; e così di seguito : la vera differenza è quella che ognuno ha imparato l'alfabeto romano , ma pochi soltanto hanno studiato i simboli telegrafici. Che questi sieno in realtà sem-

plici e distinti, che sien pieni d'espressione e facilissimi a leggersi, che sieno applicabili al linguaggio ordinario, e buoni, anzi buonissimi, nessuno, il quale abbia veduta la rapidità e l'accuratezza con la quale l'uffiziale telegrafico riceve un dispaccio, potrà dubitarne.

94. Uno che, per la prima fiata, vede un telegrafo elettrico in azione, non può non rimanerne compreso da maraviglia. Non tenendo in conto che gli aghi son messi in moto da un individuo che sta lungi da noi, forse, per cento miglia; i moti degli aghi in un senso o nell'altro, quasi più celeri degli stessi moti dell'occhio; l'apparente mancanza d'ordine e regolarità nell'eseguirsi; il rumore de' ricambii tra l'uno e l'altro; la maniera tranquilla, con la quale il segnalatore fissa il suo ago sulla lettera E, e più volte rapidamente, per dare ad intendere che egli ha compreso la parola; il caso, raro ad avvenire, in cui fissa l'ago sul segno ✠, per dare invece ad intendere non aver egli compreso; ed in fine la tranquillità con la quale egli dice, freddissimamente, come risulta dalle sue operazioni. « La » giovinetta dagli occhi cilestri, e dalla lunga inanel» lata chioma è partita per Boulogne sulla *Principessa* » *Clementina*, salpando dal porto di Folkstone; essa è » accompagnata da un giovane d'alta statura e bello, » con folti mustacchi e mantello da militare » : nel tempo stesso vi dice « Messaggio e risposta quaranta parole, due » volte di 10 scellini 6 pence, una ghinea; porto uno scel» lino; in tutto una lira e due scellini ». Se avvenisse esser voi il padre della giovinetta dagli occhi cilestri, certo che fremereste, e vorreste essere una corrente elettrica, per andare a raggiungerla.

95. E poichè siamo al proposito di raccontare aneddoti, piacemi di narrare i due seguenti, la verità de' quali non è da porsi in dubbio.

A Dover un individuo si presentò all'Uffizio telegrafico, in un dopo pranzo, con una somma di danaro, e pregò il telegrafista a voler rimetter quella somma *tale qual'era* a Londra per mezzo del telegrafo, perchè fosse sborsata ad un banchiere, in pagamento d'una cambiale, che scadeva in quel giorno stesso, nè v'era tempo a spedirla col convoglio ordinario. Il pover' uomo rimase estremamente sorpreso nel sentirsi dire che ciò non poteva farsi.

A Londra, un servitore in livrea venne all'Uffizio, tutto ansante, con un piccol gruppo che voleva fosse spedito col telegrafo ad un luogo lontano della contea. Ei pare che il servo fosse stato incaricato di farne la spedizione col convoglio, ma giuntovi troppo tardi, credè potere sciogliere il dilemma facendone la spedizione col telegrafo.

96. Ma ritornando all'alfabeto, dirò di passaggio che la corrente è messa in circolazione e gli aghi son deviati a destra o a sinistra, girando i manubrii che veggonsi disegnati nella parte inferiore dello strumento (fig. 14 e 15). Dopo di aver descritta la disposizione generale del codice telegrafico, parmi inutile l'intrattenermi sulla intera serie delle lettere, potendo il lettore rendersene ragione da sè medesimo, e descriverò invece i segni arbitrarii che veggonsi incisi pur essi sulla faccia dello strumento. Quello che somiglia una croce di Malta (✠) e che vuol dire « fermate » si adopera da colui che invia il discorso, alla fine di ogni parola, o da quei che lo riceve, per significare che non intende qualche parola particolare. In questi casi esso vien segnato con un deviamento a sinistra dell'ago. La lettera E è segnata da colui che legge sul suo strumento per significare a chi l'invia le parole che egli intende. Due battimenti o deviamenti dell'ago per la lettera E indicano il *sì*. Per esempio, per comporre la parola *Hen*, facciamo i quattro battimenti seguenti:

Il primo (╲) si fa con l'ago a destra, ed indica H,
Il secondo (╱) » » » » » a sinistra » » » E,
Il terzo (╱) » » » » » a destra » » » N,
Il quarto (╲) » » » » » a sinistra » » » ✠.

Quest'ultimo indica che la parola è compita. Se il corrispondente intende, egli fa con l'ago a sinistra il primo dei segni seguenti, ed il secondo se non intende:



Veggonsi talune lettere incise in caratteri più piccoli, e solo per farle entrare tutte sulla lamina ove sono incise: poichè, se tutte s'avesser voluto incidere in grandi caratteri non vi sarebbe stato spazio sufficiente.

97. Sono ancora incise sulla medesima faccia dello strumento (fig. 14) le parole *wait* (aspettate) e *go on* (continuate), l'uso delle quali è dichiarato dal seguente esempio. Se da Londra si richiama l'attenzione del telegrafista di Dover, mentre quivi si è da altra via occupato, e perciò in istato da non potere attendere al messaggio di Londra; il telegrafista di Dover fa intendere a Londra aver sentito l'appello, ma nel tempo stesso fissa gli estremi inferiori de' suoi aghi alla lettera R, che sta sulla parola *wait*. Quando poi si è disimpegnato dal primo messaggio ed è pronto a corrispondere, appella Londra, ricambiando i segnali col solito mezzo, e fissa gli aghi sulla W che sta sulla parola *go on*, per significare che può ora continuarsi la segnalazione.

98. Ora è d'uopo che dichiari ciò che è sopra ogni altra cosa importante per due stazioni, che s'impegnano in un discorso, d'avere cioè una scambievole intelligenza pria di dar cominciamento alla segnalazione, in modo che colui che riceve il messaggio sappia da chi gli viene inviato, e chi lo invia sia sicuro di mandarlo alla stazione destinata. I nomi di sei stazioni sono sullo strumento incisi ciascuno sopra ognuna delle più grande

lettere (fig. 14); e supponendo particolarmente che il telegrafo intermedio, al quale ci riferiamo, fosse quello di Tonbridge segnato N. 1, fig. 12, quei nomi sono quelli delle stazioni di prima classe sulla linea principale, cominciando da quella di Londra alla lettera R, e andando in giro, nella direzione d' un indice d'oriuolo, Reigate, Tonbridge, Ashford, Folkstone, e in ultimo a Dover alla lettera H. Cotest' ordine medesimo è conservato in tutte le stazioni del distretto, la prima stazione di ciascuna serie essendo ad R, e l' ultima ad H, se ve ne ha sei. Or se da Londra deve segnalarsi a Tonbridge, si muove più volte l' ago nel telegrafo di Londra, dirigendolo verso la lettera E; e con questo movimento si genera lo scampanio in Tonbridge, il quale come abbiamo veduto (§. 69), sta sul medesimo filo dell' ago a sinistra, e con ciò si richiama l' attenzione del telegrafista di Tonbridge, il quale guardando sul suo telegrafo il segnale trasferitogli, senza saper da chi, e corrispondente a quello dinotante la sua stazione, volge l'ago che va unito al campanello, e ripete lo stesso segno, il quale comunicandosi alla stazione di Londra, questa viene così ad assicurarsi d' avere richiamata l'attenzione del telegrafista di Tonbridge. Dopo questa prima operazione, il telegrafista di Londra porta i suoi aghi sulla lettera R, che come sopra si è detto, dinota appunto la stazione di Londra: questa stessa lettera venendosi così a indicare sul telegrafo di Tonbridge, si vien quivi a conoscere che la chiamata è venuta da Londra; allora il telegrafista di Tonbridge ripete la stessa lettera R, per far capire a Londra che ha intesa la chiamata. Finito questo primitivo ricambio di segni, necessario per la buona intelligenza fra le due stazioni, si comincia da Londra il discorso; il telegrafista di Tonbridge accusa d'intendere parola per parola, segnalando la lettera E » intendo »; o se esso ha alcun dubbio su qualche parola, prega che sia ripetuta, segnalando la croce ✠ « non intendo ». Quando tutto è finito, Londra fa due movimenti a sinistra con l' ago a sinistra, e se Tonbridge non ha cosa alcuna da replicare, fa esso pure i medesimi movimenti; così la segnalazione da Londra a Tonbridge è finita, e resta solo che Tonbridge la comunichi alle altre stazioni, se occorra.

99. *Codici privati.* Due uffiziali telegrafici, stabiliti l'uno a Dover, a Londra l' altro, possono facilmente modificare il precedente codice, in modo che le stazioni intermedie, le quali posson vedere i medesimi segni, non possano interpetrarli. Mettendosi d' accordo che i moti dell' indice fatti a destra dovessero intendersi come fatti a sinistra e per contro, o pure considerando l' ago di sinistra esser quello della destra, e all' opposto, si può formare un gran numero di varietà di codici privati, le cui parole posson esser lette con quella stessa rapidità come se fossero in ordine diretto segnalate. Lo scritto cabalistico « RNFY ROHC OX FMIROHB OH MHCIH ? » esprimerebbe, secondo uno di questi codici « What wind is blowing in London ? » (che vento spira a Londra ?). Secondo un altro codice le strane parole « XKECOAM YWAOH OVXY MEFY FIW YNE YOLEX » significherebbero « Special train just left for the Times » (il convoglio speciale parte ora per incombenza del Times). Pertanto se queste convenzionali scritture si volessero segnalare parola per parola, si andrebbe certo per le lunghe, ma con la chiave a memoria, si possono rapidamente trasmettere.

100. Anche le cifre numeriche facilmente si trasmettono: esse, come vedesi, sono disposte in serie sopra talune lettere, e previa una particolare intelligenza, rispetto al particolar moto dell' ago per indicare che è la cifra e non la lettera quella che si vuol indicare, la cosa rendesi molto agevole.

101. La lettera H, seguita immediatamente dal segno ✠, è il nostro segnale privato per indicare che i moti susseguenti si riferiscono a cifre, e per confirmare questa convenzione si ripete dalla stazione che corrisponde con la prima, la lettera H e lo stesso segno ora indicato. Se dopo di ciò, produciamo tali moti nell' ago da compitare la parola simbolica HEN, intendiamo raffigurare il numero 437, composto di cifre corrispondenti alle precedenti lettere come si vede nella fig. 14, ove sulla lettera H è segnato il 4, sulla E il 3 e sulla N il 7. La lettera W inserita tra le cifre, serve come indicazione di punto, che separa la parte intera dalla decimale, o per indicare le suddivisioni ordinarie dell' unità di cui si tratta. Parlandosi di denaro, la parola HEWN indica 43 lire, 7 scellini; parlandosi di lunghezza 43 piedi 7 pollici, e finalmente parlandosi di tempo la parola HWEN vuol dire 4 ore, 37 minuti; e così di seguito.

Abbiamo ancora de' segni per i periodi e pe' paragrafi, non che per le parole marcate, oltre molti altri segni speciali di molto pregio. Tra i commessi telegrafici v'è pure il segno per indicare il riso o il fischio.

102. Vi ha tanti caratteri nel segnalare, quanti ve n'ha nella scrittura ordinaria, e la difficoltà di controfarli è la stessa per entrambi. Dopo pochi segnali, sappiamo il nome dell' incaricato all' altro telegrafo, e sappiamo se sia, per caso, grave e fermo nel dare i moti all' ago, se sia svegliato e pronto, se gonzo o gentile, paziente o frettoloso, e un esordiente nella segnalazione subito è conosciuto. Spesso se ne sa la tempra e l' abito dell' animo, e la pazienza è talvolta cimentata e messa alla pruova. Posso aggiungere che un esperimentato telegrafista e così ben versato nel segnalare, che può lavorare bene anche con un quadrante interrotto.

103. *Codice segreti.* — L' estensione che si può dare ad un codice segreto è senza limiti; è nel potere del governo o in quello di particolari ancora, se l'occasione il richiegga, di inviluppare le loro idee in misterioso linguaggio,

o cangiar le lettere dell'alfabeto in quel modo che piaccia, e confidarci in questo modo un segreto solo da essi medesimi interpetrabile, ciò che spesso avviene, essendo il nostro incarico quello soltanto di trasmettere le segnalazioni nel modo che ci viene indicato. Siccome un linguaggio segreto è più importante per quei che lo invia, e richiede maggior tempo e precauzione per parte nostra, ciò rende maggiore il pagamento.

104. *Codici pe' telegrafi ad un solo ago.* — Dopo tutto ciò che è stato precedentemente dichiarato, bastano poche parole per la spiegazione di questo codice. Ne' telegrafi a doppio indice, il maggior numero de' movimenti dell'ago per formare una lettera è tre; in quelli ad un solo indice talune lettere richiedono quattro movimenti; e poichè uno solo è l'ago, la combinazione de'movimenti per formar le lettere è maggiore e più svariata, e la corrispondenza quindi è meno rapida. La figura 13 rappresenta l'elevato d'un telegrafo ad un solo ago. L'alfabeto è inciso a destra ed a sinistra dell'indice, e più per riguardo alla convenienza ed all'abito contratto, l'alfabeto comincia con l'A e così prosegue, anzichè per riguardo a qualunque particolare direzione ne' movimenti dell'indice; la sola regola generale quella si è che per le lettere poste a sinistra l'ultimo movimento per segnare una data lettera si fa a sinistra, quali che si fossero gli altri movimenti che possono entrare nella segnalazione di quella lettera; così, per esempio, la L richiede quattro movimenti, e sono successivamente: a destra, a sinistra, a destra, e a sinistra l'ultimo: altrettanto ha luogo per le lettere poste a destra; così la lettera W che richiede quattro movimenti, i primi tre son fatti a sinistra ed il quarto a destra. Il metodo da seguirsi nella formazione di quest'alfabeto è abbastanza semplice, e tosto si apprende, intesone il principio. Accanto ad ogni lettera è posto un simbolo di una o più diagonali, inclinate sia a dritta o a sinistra, o in entrambi i sensi. Talune di queste diagonali sono per intero, altre per metà; la direzione della diagonale indica il senso secondo il quale dev'esser volto l'indice, e il deviamento corrispondente ad una diagonale dimezzata, è sempre il primo ad eseguirsi. D, per esempio, vien formata da un movimento a destra, seguito da uno a sinistra; R da uno a sinistra, seguito da un altro a destra; H da due a destra, e due altri a sinistra; W da tre a sinistra, ed uno a destra, e così appresso. L'ordinamento del codice è come segue; uno, due, tre, quattro movimenti a sinistra servono per le prime quattro lettere; quindi uno a destra, e uno, due, e tre a sinistra, per le tre lettere che seguono; due a destra ed uno e due a sinistra per le altre due seguenti; tre a destra ed uno a sinistra; uno a destra, uno a sinistra ed uno a destra; e finalmente uno a destra ed uno a sinistra ed un altro allo stesso modo indicano la lettera L, ove finisce la prima metà della serie. Per l'altra metà han luogo gli stessi movimenti ma in senso contrario.

105. I particolari segnali per indicare le stazioni munite di telegrafo ad un solo indice, sono interamente arbitrarii, e sono scelti tra i precedenti simboli, secondo che la circostanza il richiede; ma una volta determinatosi per un certo segno, quando la campana suona e si esegue cotesto segnale, la stazione corrispondente deve a questo stesso segno rispondere. Il telegrafo della fig. 13 appartiene al gruppo tra Tonbridge e Reigate (n. 2, fig. 12); sulla sua faccia veggonsi cinque piccoli scritti portanti i nomi ed i segni delle cinque stazioni, delle quali il gruppo si compone. Se il telegrafista di Reigate sente lo scampanio, e vede la lettera M, più volte ripetuta, sa egli esser lui quello che si chiama; imperciocchè questa lettera segnalata da un sol movimento a dritta è quella che indica la stazione di Reigate, como si vede nella figura. Questo codice è parimente usato, quando per qualche circostanza particolare, la linea principale per qualche tempo si muta in una serie di telegrafi ad un solo indice (§. 59). A cotesto codice è applicabile tutto ciò che si è detto intorno al modo di corrispondenza con altri codici. Il segno della fermata (*stop*) e dell'intelligenza (*understand*) si dà allo stesso modo come innanzi è stato spiegato (§. 96). In fine anche in questo telegrafo, come in quelli a doppio indice, vi è una serie di cifre e segni speciali. Le cifre sono incise al di sotto degli aghi, e la metà inferiore dell'ago è adoperata per segnarli; per la cifra 4, per esempio, la detta metà si muove una volta a destra ed una volta a sinistra.

106. *Ragguaglio della segnalazione.* — Il ragguaglio delle segnalazioni da Dover a Londra mostra ad evidenza lo stato di perfezione al quale i telegrafi ad indice son giunti, e l'acconcio modo col quale i telegrafisti eseguono le segnalazioni. Il corriere che parte da Parigi, circa mezzo giorno, porta in Inghilterra le nuove le più recenti, che vogliونsi inserire ne' fogli di quel giorno; quindi, è necessario spedirne una copia all'editore a Londra, verso le tre. Subito dopo l'arrivo del battello a vapore, ci vengon consegnati gli articoli a Dover, e quest'arrivo può variare secondo il vento o altra circostanza. L'uffiziale incaricato a Dover, data dapprima un'occhiata al manoscritto, per vedere se ben l'intenda, appella Londra e comincia la segnalazione. La natura di questi articoli può giornalmente vedersi nel *Times*, per esempio. La varietà delle cose in essi contenute, i nomi recenti delle persone e de' luoghi sono un bell'esempio per render manifesto di quanto sia capace il telegrafo elettrico, nello stato attuale. Il segnalatore, da sè solo, dispone in mostra le carte che ha d'innanzi, siede presso lo strumento, e invia gli articoli lettera per lettera e parola per parola, al suo corrispondente in Londra; e comunque l'occhio rapidamente scorra dal manoscritto al telegrafo, ed ambe le mani sieno

impegnato su quest' ultimo, raramente ha bisogno di fermarsi, come di rado ancora incorre in errore. Ed a cagione del limitatissimo tempo nel quale l' intero scritto dev' esser composto, non può nemmeno correggerne la copia, come si fa per una composizione tipografica.

107. A Londra vi sono due commessi, incaricati l' uno per leggere i segnali come giungono, l'altro per scriverli. Essi tengon già pronti i loro registri e le loro carte; e non appena è dato il segnale di preparazione, che lo scrittore siede innanzi al suo registro, ed il lettore gli detta parola per parola, come essa arriva; nel tempo stesso si spedisce un messo per procurare una vettura, e tenerla pronta. Quando l' articolo è completato, il commesso che lo ha ricevuto, legge il manoscritto fatto dall' altro per vedere se siavi errore alcuno; si segna l'ora e il minuto del cominciamento e della fine della segnalazione, e una copia firmata vien trasmessa, sotto sigillo, al suo destino, ritenendosi altra copia, per autenticare a voce ciò che è stato inviato in iscritto. Questa copia e l'originale si trovano insieme al principale uffizio telegrafico a Tonbridge, in sul far del giorno e si collazionano. Quando il lavoro è finito e gli articoli sono giunti alla loro destinazione, i commessi contano il numero delle parole segnalate, e quello de'minuti impiegati per la segnalazione, e quindi trovano la ragione indicante il numero di parole segnalate in un minuto. Questa ragione è comunemente di dodici o quindici parole per minuto; ma si hanno ancora sedici o diciotto, ed anche venti parole a minuto. In verità può dirsi che, tutto trovandosi in buono stato, e l' isolamento essendo perfetto, la media ragione è di sedici in diciotto parole per minuto (21).

108. La seguente tabella di undici articoli, segnalati in una settimana che finiva col 4 agosto 1849, può servire d' esempio. Vi ho segnato il numero delle parole di ogni articolo, e la ragione delle parole per ogni minuto.

364 parole	. . . . . .	$13\frac{1}{2}$ parole per minuto
166 »	. . . . . .	$8\frac{1}{4}$ » »
383 »	. . . . . .	$14\frac{1}{2}$ » »
447 »	. . . . . .	$17\frac{1}{4}$ » »
101 »	. . . . . .	$20\frac{1}{5}$ » »
283 »	. . . . . .	17 » »
274 »	. . . . . .	$15\frac{1}{4}$ » »
106 »	. . . . . .	$15\frac{1}{7}$ » »
102 »	. . . . . .	$12\frac{3}{4}$ » »
334 »	. . . . . .	$17\frac{1}{2}$ » »
73 »	. . . . . .	$18\frac{1}{4}$ » «

(21) Il primo dispaccio del governatore Young alla legislazione di New-York fu segnalato da Albany in 3 ore, vale a dire che in questa segnalazione aveva il telegrafo trasmesse 83 lettere per ogni minuto. *N. d. T.*

109. Il dì 11 decembre 1849, con la maggior sorpresa de' negozianti e banchieri di Parigi, tre individui comparvero alla Borsa di quella capitale, alla mezza p. m., avendo con essi 150 copie del Times, stampato e pubblicato in Londra nella mattina dello stesso giorno; e non solo conteneva quel giornale le nuove di Parigi del mezzodì del giorno precedente, ma pure i prezzi della Borsa della sera precedente. A ciò contribuì grandemente il telegrafo elettrico; imperciocchè all' una ed otto minuti a. m., un' articolo che componevasi di 321 parola, ed il listino della Borsa, contenente 54 parole, giunsero nel nostro uffizio a Dover, venendo da Calais con l' ordinario battello a vapore. In trentadue minuti esattamente, cioè all' una e quaranta minuti, una esatta copia di entrambi que' documenti fu inviata all' uffizio del *Times* in Londra. L' articolo ci tenne occupati per diciotto minuti, il che dà una ragione di $17\frac{5}{6}$ parole per minuto, ed il listino due soli minuti; per quest'ultimo la ragione fu maggiore imperocchè la maggior parte era già nota, nè si doveano inserire che le sole oscillazioni della borsa. In questo fatto pertanto, che con tanta rapidità si eseguiva, non v' era alcun che di straordinario quando si consideri la maravigliosa potenza del telegrafo elettrico; e per fermo nel mattino seguente lo scrittore in Londra fu vinto dal telegrafo, poichè le parole furon lette con assai più di celerità di quel che si potesse farne una copia netta.

110. L'articolo nel *Times* del 1.° gennaro 1850 fu presso di noi per 39 minuti soltanto; esso fu letto alla ragione di $17\frac{1}{2}$ parole per minuto. La segnalazione di questo articolo nello stesso giorno mi porse l' occasione di sperimentare che mentre io scrivevo, il commesso a Tonbridge lo leggeva, provveniente da Dover, alla ragione di $23\frac{2}{3}$ parole per minuto, essendo che si eseguivano assai bene i segnali.

111. *Telegrafi nelle strade ferrate.*—Il telegrafo elettrico deve molto alle strade ferrate, se non per la sua esistenza, almeno pel vantaggio che ne ha tratto, tenendolo esse custodito; ed invero, l' invenzione sarebbe stata per lungo tempo immatura, e priva di esistenza pratica, se le strade ferrate non gli avessero preparato un sentiero da un luogo ad un altro, lungo il quale potevasi sperimentare la sua capacità. Nè il telegrafo è stato ingrato verso le strade ferrate, che gli han dato l'esistenza, imperocchè ha esso resa decupla la protezione che a lui dalle strade ferrate era stata compartita. Gl' immobili pali ed i muti fili, lo zinco ed il vitriolo, l'ottone, l'avorio, la stoviglia, la gutta perca, s' interessano nella economia del lavoro assai meglio che i proprietarii potessero immaginarlo.

112. Per dare un' idea della quantità di servigi che il telegrafo elettrico può rendere alle strade ferrate, prenderemo per esempio il lavoro telegrafico fatto nella stazione di Tonbridge per tre mesi, dal 10 agosto al 31 ot-

tobre 1848. Dal registro delle segnalazioni apparisce essersene fatte al di sopra di *quattromila* in quel frattempo, come dalla seguente tabella si scorge.

SEGNALAZIONI.			
(1)	Risguardanti	il convoglio ordinario . . .	1468
(2)	»	il convoglio speciale	429
(3)	»	trasporti, mercanzie, ec. . .	795
(4)	»	agenti della Compagnia . . .	067
(5)	»	macchine	150
(6)	»	varietà	162
(7)	Inviate ad altre stazioni		499
		Totale	4110

113 (1). Si andrebbe certo per le lunghe, se si volesse fare un' analisi dettagliata di ciascuna delle sette classi precedenti; il lettore d' altronde può immaginarsi, che le segnalazioni risguardanti i convogli abbiano avuto per oggetto l' andamento o la sicurezza di essi; e che dal momento in cui il convoglio mettesi in cammino, sino alla fine del suo viaggio, il telegrafo lo precede, e per molte miglia, per annunziarne la venuta, e quindi ne segna tutti i moti in maniera così distinta come se fosse sempre a vista; e per fermo è così realizzata questa pratica, che comunemente diciamo: *in questo istante ho visto passare il convoglio da questo luogo o da quello,* mentre poi in realtà ciò lo vediamo solo ne' segni telegrafici. Se un convoglio ritardi, se ne sa la cagione; se sia in pericolo, si corre tosto a soccorrerlo; se sia troppo caricato, e progredisca lentamente, si domanda per altra macchina che corra subito ad incontrarlo, o che pronta l' attenda in altra stazione; se qualche intoppo vi sia sulla linea se ne dà l' avviso, e così si mette in prevenzione; se il convoglio si arrestasse, per soverchio carico, bastano pochi movimenti dell'ago per ottenere tutte le necessarie informazioni, senza più spedire un' altra macchina al seguito, secondo l' antica pratica.

114 (2). *I Convogli speciali* son veramente tali sopra una strada accompagnata dal telegrafo elettrico. Un convoglio di questa fatta può aversi a richiesta, e gli si può preparare libero il corso. In una strada ferrata come quella South Eastern, che è la grande strada tra il Continente e la capitale dell' Impero Britannico, possono da per ogni dove giungere corrieri, come in realtà avviene, in tutte le ore, senza anticipato avviso, e chiedere un pronto trasporto per andare a Londra. Se, per esempio, giunge l' *Ondine*, a Folkstone, apportatore di articoli per i giornali, pieni di avvenimenti nuovi e di rumori di guerra, il corriere non deve darsi pena, se abbia perduto l'occasione del convoglio ordinario, nè deve temere di giungere troppo tardi a Londra per poter dare alle stampe la prima edizione. Se egli non trova alcuna locomotiva a Folkstone, il telegrafo gliene farà subito avere una da quella stazione ove si trova in disposizione, nè solo questo, ma appena mettesi in viaggio, dà avviso di questa partenza, e fa trovar la via sgombra da qualunque ostacolo prevenendo i convogli ordinarii che lo precedono perchè passino sull' altra linea per lasciar libero il corso allo straordinario che viene appresso. Nè deve il viaggiatore temer lo scontro (come altre volte avveniva su questa linea) di qualche precipitosa macchina, trasportante un convoglio speciale, la quale gli arrechi distruzione e morte. Le guardie incaricate a tener di mira il suo convoglio sono già avvisate dal telegrafo del passaggio di questo convoglio, e conoscono il tempo e il luogo per canzare e lasciar libero il corso. Quattrocento e più segnali in tre mesi mostrano a sufficienza con quanto vantaggio il telegrafo elettrico regoli il corso de' convogli straordinarii e tutti le comodità da apprestarsi ai passaggieri che trasportano.

115 (3). Sopra una strada ferrata munita di telegrafi elettrici, una corrispondenza o un movimento di oggetti richiesti, si esegue con più breve transito, meglio che con qualunque altro mezzo, poichè si abbrevia di molto il tempo necessario ad ottenere lo stesso scopo con i mezzi comuni di trasporto: quest'economia che ottiensi dal telegrafo è grande. Avviene giornalmente, e quasi ad ogni ora, che delle stazioni sieno in imprevisto bisogno di trasporti, o altri oggetti, che da altra stazione possono esser loro forniti; ciò si consegue più brevemente e con meno dispendio, mettendo in opera il telegrafo. Nello spazio di tre mesi, sonosi fatte, a un bel circa, mille dimande di questo genere. Avviene talvolta che la stazione alla quale si ricorre per urgenza, non possa accordar quel che si richiede, ed allora convien da questa ricorrere ad altra stazione lontana. Così in una piccola stazione, denominata Headcorn, arrivò all'improviso una quantità di luppolo (22) dal vicinato; non v' erano nè casse nè coperte; il tempo minacciava pioggia, e già delle grosse gocce cominciavano a cadere; i magazzini e le tende erano ingombri. Si annunziò quest' imbarazzo alla stazione d' Ashford, ma invano, e altrettanto avvenne per quella di Canterbury; passò l'annunzio alla stazione di Tonbridge, donde furono spedite talune casse, ma senza coperte, e finalmente pervenne al deposito in Kent Road, a Londra, donde si spedì tutto l'occorrente. Se ora tutte queste dimande e risposte si avessser dovuto fare con lettere spedite con trasporti ordinarii, sarebbe finita l'urgenza, e sarebbe avvenuto il male pria che i mezzi destinati a ripararlo fosser giunti; poichè la lettera avrebbe dovuto esser dapprima diretta all' amministrazione generale a Londra, ove probabilmente sarebbe

(22) Specie d'erba che entra nella composizione della birra. *N. d. T.*

imasta sin che non si fosse presentata la lista degli oggetti disponibili, nelle varie stazioni, e quindi sarebbe tata rimessa a quella stazione, e sia Canterbury, ove si onosceva, per relazione, trovarsi gli oggetti dimandati. i sarebbe quindi scritto a Canterbury col primo convoglio d avrebbe pure potuto avvenire che l'ora fosse già avanzata verso la sera, o che gli oggetti richiesti si trovassero ltrimenti occupati, e, quand'anche fossero disponibili, non si avessero immediatamente mezzi pronti per inviarli.

Oltre le comunicazioni derivanti da'bisogni giornalieri pel trasporto di merci, vi è la consuetudine di segnalare ll'Uffizio principale da tutte le stazioni gli oggetti che in esse si trovano.

116 (4). Seicento e più segnalazioni, in tre mesi, di comunicazioni tra la Direzione e i capi de' dipartimenti, e tra questi e i loro subalterni, bastano a mostrare il vantaggio che il telegrafo arreca alla Direzione della strada ferrata, quello cioè di presenziare da per tutto. Le ore d'inutile ritardo, e le miglia percorse senza profitto, che altrimenti si richiederebbero, e che in questo modo si risparmiano, son molte, e si evita ogni specie d'imbarazzo. Il poter l'amministrazione mandar fuori istruzioni per prevedere le emergenze, l'esser consultata dai suoi incaricati da tutte le parti del distretto, ad ogni bisogno, ispira molta confidenza.

117 (5). Abbiamo già osservato che il telegrafo comunica lo stato malandato d'un convoglio alle stazioni che fosser munite di macchine pronte ad esser messe in uso; esso regola dippiù la distribuzione delle macchine, quandosia avvenuto qualche accidente che richiegga pronto soccorso, o quando qualche intempestivo aumento siasi fatta sull'ordinario carico. Ma l'attuale risparmio nella potenza locomotiva, per effetto della riduzione nel numero delle macchine di scorta, è per se stesso un tratto importantissimo della economia del telegrafo elettrico. Nel distretto di cui è parola, vi sono certamente due stazioni, se non tre, che una volta eran fornite di coteste scorte, ed ora non lo sono più; il telegrafo è sufficiente per far che si abbia una macchina, quando il caso il richiegga.

Ei pare che in quei luoghi della linea, non ancor muniti di telegrafo, potesse mettersi fuori servizio una scorta se il telegrafo vi fosse. E poichè il mantenimento e la spesa di una sola macchina ascende ad una somma settimanile maggiore di quella che si richiede per pagar tutti i nostri commessi telegrafici, i meccanici e gli operai impiegati per la nettezza e le riparazioni degli strumenti, e per mantener l'integrità del lavoro della linea, così è chiaro che se una sola scorta venga messa fuori servizio, si ha già un notevole risparmio, per opera del telegrafo.

118 (6). Sotto l'articolo *varietà* si son comprese tutte le altre comunicazioni di vario genere, senza distinzione di subbietto o di ora; quali che queste fossero, il telegrafo è sempre pronto agli ordini.

119 (7). Quest'ultima categoria ci mostra essersi fatte 500 segnalazioni, sia di transito alle stazioni de' gruppi inferiori, sia per apportar soccorso alle altre stazioni, in tempi di cattivo isolamento elettrico o di altri accidenti. Se a questi aggiungiamo i segnali trasmessi intorno a materie essenzialmente connesse col lavoro telegrafico e col suo mantenimento, ed i nostri sperimenti su i segnali ed altri saggi, rendesi evidente di che valore ed energia sieno i telegrafi elettrici.

120. Nel *Times* del giorno in cui scrivo, si trova un ragguaglio delle condizioni nelle quali un convoglio possa trovarsi esposto, se non sia favorito dal telegrafo. Un *infaticabile lettore* aveva passata tutta la giornata ad un bagno popolare, ed insieme a molti altri era quivi rimasto sino alla partenza dell'ultimo convoglio. Questo giunse e tanta era la folla che fu d'uopo attaccare 27 carrozze. La macchina correva celere, pria che questo immenso seguito si fosse aggiunto al suo carico, ma dappoi cominciò a rallentarsi « Procedemmo (scrive il nostro amico) *a » passo di lumaca*, fermandoci, secondo il solito, alle » varie stazioni, sinchè giungemmo al centro di un lungo » foro stradale, ove fummo del tutto costretti a fermar» ci, e rimaner quasi soffocati dal vapore e dal fumo, » per quaranta minuti, tra le strida delle donne, che tro» vavansi ne' posti di seconda e terza classe, nelle più dense » tenebre, e temendo di non essere schiacciati dalle car» rozze appresso, le quali erano considerabilmente cariche. » Qual piacevole situazione era la nostra! » Indi con ogni ragione dimanda » se il convoglio era soverchio per » una sola macchina, perchè non ne avemmo due? » Sì, quì stava la difficoltà: non vi era ove cercarne un'altra. Il conduttore avrebbe potuto accorgersi dalla grande affluenza di passeggieri, se la sua macchina era sufficiente, ma non vi pensò; doveva ora fare il meglio che poteva, o pure lasciar parte de' passeggieri, non essendovi alcun telegrafo per poter dimandar soccorso.

121. In opposizione al precedente avvenimento, eccone un altro: il giorno immediatamente dopo, una delle istituzioni di Carità di Londra accordò ai giovanetti una partita di campagna a Tonbridge Wells, e a questo fine ebbe bisogno d'un lungo convoglio. La macchina che lo trasportava da Londra non aveva forza sufficiente a far la salita del pendio (23), ove il ramo si stacca dalla linea

(23) Il transito per la ferrovia ne'piani inclinati si effettua mercè due macchine fisse, ciascuna delle quali con una corda tira il convoglio, legato a quella mercè un fibbiaglio. Considerando che facilmente possa avvenire che il conduttore avesse male affidato il convoglio alla fune, e incorrere per conseguenza in gravi pericoli, ben si vede quanto salutare debba esser l'uso del telegrafo elettrico in tali emergenze. *N. d. T.*

principale a Tonbridge; e la macchina di scorta era assente, per trovarsi egualmente impegnata altrove. Subito, come il pensiero, il telegrafo, ordinò a Tonbridge Wells che una macchina fosse accorsa per prestare aiuto; e col fatto questa giunse al luogo dell' accaduto, anche prima che il convoglio l' avesse richiesta. Di accidenti di questa natura potrei ben riempirne l' intero libro.

122. Il primo dell' anno 1850 fu dal telegrafo avvertita una catastrofe, che fa spavento al solo pensarla. Un convoglio vuoto aveva sofferto un urto a Gravesend; ed il conduttore essendo stato sbalzato dal suo posto, la macchina correva sola a tutta fretta verso Londra: immediatamente il telegrafo ne segnalò a Londra e a tutte le altre stazioni; e mentre la linea stradale si sgombrava, una macchina ed altri congegnamenti si preparavano per arrestare quella fuggitiva. Lo stesso sopraintendente della strada corse la linea in un' altra macchina, e nel passare la fuggitiva, rivolse la sua macchina e la menò sul prossimo incrocicchiamento della linea, affine di correr dietro alla prima; nel raggiungerla vi saltò sopra, l' arrestò, ed il conduttore della sua macchina la diresse nel cammino; così ogni pericolo fu cansato. Passò 12 stazioni a salvamento, passò Woolwich a quindici miglia all' ora, e si trovò a circa due miglia da Londra, quando fu arrestata. Se l' avvicinarsi di questa macchina in balia di stessa, non si fosse anticipatamente saputo, il prezzo del danno che avrebbe cagionato, non sarebbe stato forse diverso dal costo di tutta la linea telegrafica. Il telegrafo elettrico adunque, se non del tutto, in gran parte almeno ha pagata la spesa della sua costruzione.

Per contrario un' altra macchina, alcuni mesi prima del fatto precedente, partì da New-Cross, dirigendosi a Londra. La Compagnia Brighton, non avendo telegrafi, non potè partecipare a Londra la partenza di quella macchina. Per caso la *piattaforma* della stazione era sgombra, quando essa vi giunse; vi penetrò, e, spingendo innanzi un tempagno, abbattè, con violenza da far paura, i muri dell' officina de' bagagli.

123. *Servizio pubblico del telegrafo elettrico.* — Un carattere distintivo de' telegrafi elettrici nell' Impero Brittannico, e che è stato dalla legge sanzionato, quello si è di « essere aperto per ricevere e trasmettere messaggi di » qual siasi persona, senza distinzione di rango, salvo » il dritto di priorità per l' uso del servizio di Sua Maestà, e per i bisogni della Compagnia, e naturalmente » soggetto a quelle imposizioni, e ragionevoli regolamenti » che di tempo in tempo la detta Compagnia possa fare.»

124. Le tariffe messe fuori dalla Compagnia elettro-telegrafica, non che quelli della Compagnia *South - Eastern Railway*, son basate le ultime sulla ragione di soldi $1\frac{1}{2}$ a miglio per 20 parole, e l' imposta minima è solo 5 scellini: le prime sulle ragione di 1 soldo a miglio per 20 parole, per le più brevi distanze, e ad una ragione minore a misura che la distanza aumenta (24).

125. Io non son di credere che qualunque altra prudenziale riduzione si potesse fare su queste ragioni, sarebbe per arrecare un corrispondente aumento negli affari telegrafici. Colà dove il servizio postale è così perfetto, e le imposte a così bassa ragione, come in Inghilterra, nessuna riduzione nelle nostre tariffe potrebbe farci entrare in competenza con l' uffizio generale delle Poste. La bisogna va tutt' altrimenti per noi: il telegrafo elettrico ha la proprietà di fare ciò che non può una vettura di posta; esso è fatto per sorpassare il vento, per far cadere la clepsidra dalle mani del tempo, e livellare i limiti dello spazio. Così, quantunque possa avvenire che il telegrafo faccia delle operazioni che s' avrebbero potuto tutt' altrimenti conseguire, pure esso è assolutamente necessario in quelle circostanze che presentano una impossibilità fisica.

In un paese così grandemente commerciante come l'Inghilterra, ed in una nazione ove le relazioni sociali sono talmente estese, tali emergenze possono avvenire ad ogni ora, e come rileviamo dagli articoli che ci sono affidati, esse sono svariatissime.

126. Se potessimo alzare il velo da quel segreto, che il nostro contratto col pubblico c' impone di mantenere intorno alla corrispondenza che vienci affidata, potremmo formare più d' un volume di domestici affetti, con episodii che potrebbero appena trovar paragone; specialmente perchè avviene più ne' tempi di pressanti bisogne, e subite emergenze, come ho detto, che il pubblico implora il nostro aiuto, come implora quello del medico nei tempi d' infermità. Questi affetti sono talvolta d' un piacevole carattere, altre volte sono assai dolorosi. Abbiamo ordinato un feretro, un pranzo, un medico, una nutrice, una macchina, una gomena, un' uniforme d' uffiziale, del ghiaccio del lago di Wenham, un ecclesiastico, la parrucca d'un avvocato, una bandiera reale, e cose simili. Lasciando da banda la valigia che taluno, quasi ogni giorno, lascia in qualche convoglio, diremo che parecchi passeggieri hanno ricuperato effetti d'ogni maniera, mercè il telegrafo. In una carrozza d' un convoglio sono stati dimenticati gli occhiali e una parrucca, un' ombrella, una borsa ed un barile di ostriche, un abito, un fantoccio, scatole e bauli ed altri oggetti senza numero.

127. *Rivoluzione francese.* — I servizii resi al pubblico dal telegrafo elettrico, durante i diversi stadii dell' ul-

(24) Le tariffe americane sono assai più basse delle inglesi, tanto che un numero di parole, il quale in Inghilterra si spedisce per sole 60 miglia, in America per lo stesso prezzo s' invia sino a 500 miglia. *N. d. T.*

tima rivoluzione francese, sono stati oltremodo grandi. Le più recenti nuove di quella catastrofe giungevano in Inghilterra con un legno da trasporto, e le allarmanti notizie immantinente erano trasmesse alla metropoli. Da quel tempo di giorno in giorno e a piccoli intervalli, un continuo torrente di notizie passava a Londra a traverso i magici fili; e mentre il Presidente e i Direttori di questa strada ferrata restavano notte e giorno in funzione alla stazione telegrafica di Londra, con la loro presenza apportavano grande facilità al Governo, alla stampa, e al pubblico: in quel tempo di trambusto, il Sopraintendente de' telegrafi prendeva posto sulle stazioni del littorale a Dover e Folkstone, per ricevere i ricambî di notizie come appena giungevano, e le trasmetteva a Londra. In questo modo le scene successive della rivoluzione, non che quelle che per conseguenza avvenivano negli altri paesi del continente, si avviavano primamente a Londra per questa linea di telegrafi; e molte ed importantissime disposizioni in ricambio venivan date alle città del littorale, relativamente a quelli avvenimenti.

128. La settimana intera fu umida e tempestosa, e così cattiva per le operazioni telegrafiche, quanto non si potrebbe crederlo; nè i fili di gutta-perca erano ancora stabiliti nei fori stradali. Allora trasportavamo pure parte dei fili dal viadotto ne' giardini a Bermondsey, mentre passavano le prime notizie lungo i fili, e con tutto ciò nessun ritardo, nessun errore o disappunto ne avvenne. Tutti gli articoli comunicatici passavano sussecutivamente pe' fili, e giungevano a salvamento al loro destino.

129. Ho detto non esser facile il ridurre le nostre tasse a sì basso prezzo da competere con l' Uffizio delle Poste, ed ottenere un grande aumento ne' nostri affari; nè pure penso esser da invidiarsi un tale stato di cose, perchè ci va del nostro decoro; ognuno dovrebbe attendere fin che l' articolo d' un altro fosse trasmesso, ed il telegrafo, invece di essere, per la maggior parte, pronto alle notizie del momento, e senza indugio de' concorrenti, si troverebbe sempre occupato, e gli articoli starebbero per molto tempo pria che giungesse la loro volta per essere spediti, in guisa che il primordial vantaggio del telegrafo sarebbe sotto tutti i riguardi perduto.

130. *Varietà delle segnalazioni telegrafiche.* — La seguente lista, che è lungi dall' esser completa, darà una qualche idea della diversa natura e della moltiplicità dei servizi renduti dal telegrafo.

Accidenti	Letti
Alberghi	Meteorologia
Annunzii	Morti
Appartamenti	Movimenti reali
Arrivi	Nascite
Assistenze mediche	Navigazione
Arresti	Novità
Banchieri	Nutrici
Consigli (25)	Naufragi
Corrieri	Ordini
Cambiali	Passaggieri
Dogana	Pagamenti
Dispacci	Politica
Elezioni	Perdita d'oggetti
Evasioni	Poste, cavalli, ec.
Esecuzioni	Rapporti
Espressi	Rimesse
Fondi e divisioni	Ruberie
Forniture de' segni	Sentenze
Governi	Testimonii.
Giudizii	

131. Dopo la precedente lista, qual più manifesta pruova della confidenza che il pubblico accorda al telegrafo può esservi? L' inviar ad uno de' nostri più cari amici una lettera piena de' più secreti sentimenti del cuore; il confidare un tal documento a persona estranea, che forse mai vedemmo, e sul cui conto nulla sappiamo, sono i più chiari documenti della buona fede, che in questo caso è tutta riposta nella integrità delle istituzioni del nostro paese. Or se il latore d' una lettera non sa nè la gioia nè i dispiaceri in quella espressi, tutt' altrimenti avviene col telegrafo, il quale ci fa degni della confidenza del pubblico e consapevoli delle nuove che trasmettiamo. Il certo e progressivo aumento nel numero e nel valore degli articoli affidatici, mostra che questa confidenza sia ben fondata.

Non son lungi dal vero dicendo, che le dividende telegrafiche nella strada ferrata South-Eastern sono state di $1\frac{1}{10}$, $3\frac{1}{2}$, $2\frac{4}{5}$ e $3\frac{3}{5}$ per cento all' anno, ne' quattro semestri che finivano con gennaro e luglio 1848 e 1849, nette di tutte le spese di lavoro e mantenimento. Aggiungi gl' immensi servizii resi dal telegrafo alle strade ferrate (§. 112, ec.) e che non fan parte del ragguaglio precedente.

132. *Compagnia del telegrafo elettrico.*—Le linee telegrafiche che ci son servite d'esempio nelle precedenti descrizioni, sono, come si disse (§. 51) di proprietà della strada ferrata South-Eastern. Esse furon costruite per suo conto della Compagnia de' telegrafi elettrici, alla quale ap-

(25) In un giornale americano vi è il fatto seguente « Ieri, prima » del mezzogiorno, un signore entrò nell' uffizio telegrafico di Buffalo, e manifestò il desiderio di consultare il dottore Steven, residente a Lokport. Il dottore avvisato del desiderio di quel signore » si recò al gabinetto telegrafico di Lokport. Allora il signore annunziò al medico essere sua moglie gravemente ammalata, e gli » significò i sintomi della malattia. Il medico gli ricettò i rimedii » che doveva prendere, e la signora ottenne guarigione. » *N. d. T.*

partiene la privativa di questi ed altre invenzioni per trasmetter segnali mercè l'elettricità (26). Questa compagnia, intanto, ha stabilito per conto suo un sistema telegrafico molto esteso, e le sue stazioni che trovansi in quasi tutti i luoghi del regno, vanno tutto dì crescendo di numero.

133. La medesima compagnia fu stabilita con atto del parlamento del 18 giugno 1846. Essa ha il dritto di acquistare lettere patenti, che le si possono prolungare, qualora la Corona il creda conveniente; può accordar permessi per far uso di tali invenzioni di privativa, e può vendere, concedere, o disporre dei suoi telegrafi. Essa è obbligata a conceder a taluno che fosse nominato dal Consiglio Privato il permesso di costruire un telegrafo ed usarne, su basi da convenirsi, pel servizio del Governo di Sua Maestà, qualora fosse questo precisamente lo scopo. Oltre a ciò, ogni telegrafo elettrico « sarà in tutti i tempi » ragionevolmente aperto per la trasmissione delle corri- » spondenze che riguardano il servizio di Sua Maestà; e tutti » i messaggi, in qualunque tempo ed in qualunque stazione » della Compagnia, i quali si riferiscono al servizio di Sua » Maestà debbono aver la priorità sugli altri; e sarà di » obbligo per la Compagnia e pe' suoi uffiziali ed impie- » gati di trasmettere questi messaggi, e sospendere la » trasmissione di qualunque altro particolare da tali stazio- » ni, sinchè quelli riguardanti il servizio di Sua Maestà non » sieno stati i primi a trasmettersi »; per tutto ciò si accordano ragionevoli ricompense. In tempi di emergenze, sarà di legge, che uno de' Segretarii di Stato ordinar possa il possesso di tutti i telegrafi e altri apparecchi delle varie stazioni della Compagnia, de' suoi permessi ed assegni, per una settimana, e ritenerli da una settimana ad un'altra, se sia utile pel servizio del pubblico, pagando per questo il medio del guadagno settimanile.

134. Lo stesso atto provvede alla negligenza degli uffiziali o altri impiegati della Compagnia, e accorda a questa il necessario potere per stabilire e mantenere i suoi apparecchi. Comunque quest' atto non sia stato messo in esecuzione per più di tre anni e mezzo, le operazioni della Compagnia sonosi di già estese per una lunghezza di 2225 miglia, si sono stabiliti 482 telegrafi a doppio indice, e 86 ad indice semplice, e parecchi altri ancora ne saranno stati stabiliti, pria che questo libro corresse per le mani di tutti.

135. *Catalogo delle linee telegrafiche.* — La seguente tavola statistica è esatta, sino al tempo in cui questo libro si scriveva.

Nomi delle strade ferrate	N.° delle miglia.	N.° dei fili.	N.° dei telegrafi a doppio indice.	N.° de'telegrafi ad un solo indice.	Lunghezza della linea delle vie.
EDINBURGH E GLASGOW	47½	5	8	. . .	⅓
Linea nel foro stradale	1	2	2	. . .	. . .
EDINBURGH E NORTHERN					
Diramazione Dundee. .	36	3	6	. . .	. . .
Idem Perth. .	6	3	. . .	. . .	. . .
Edinburgh e Granton .	3	3	3	. . .	. . .
Linea Leith	1½	3	3	. . .	. . .
Idem nel foro	1	2	2	. . .	. . .
NORTH BRITISH.	58	5	8	. . .	. . .
Diramazione Dalkeith .	1¼	2	2	. . .	. . .
Idem Haddington	5	2	2	. . .	. . .
Linea nel foro.	1¾	2	2	. . .	. . .
YORCK, NEWCASTLE, E BERWICK.					
Da Newcastle a Berwick	65½	5	7	. . .	. . .
» York a Darlington. .	45	7	6	9	. . .
» Darlington a Newcastle	38½	8	6	8	⅛
Diramazione Shields. .	11	3	2	. . .	. . .
Idem Sunderland .	2¼	3	2	. . .	. . .
Idem Durham. . .	2¼	2	1	. . .	. . .
Idem Richmond. .	9	2	1	. . .	. . .
Fatfielde South Shields	19	1	. . .	4	. . .
Diramazione Stockton .	½	1	. . .	2	. . .
YORK E NORTH MIDLAND					
Da Normanton a York	24½	.	5	. . .	. . .
Da York a Scarborough	42½	3	5	. . .	. . .
Diramazione Harrogate	18	3	2	. . .	. . .
Hull e Selby. . . .	36	5	5	. . .	⅔
Hull e Bridlington. .	33	3	4	. . .	. . .
Da Normanton alla congiunzione di Milford	10	2	2	. . .	. . .
Manchester e Leeds. .	51	7	24	. . .	. . .
Preston a Wyre. . .	20	3	4	. . .	. . .
Liverpool e Southport .	13¼	3	3	. . .	. . .
EAST LANCASHIRE. .	12½	3	. . .	. . .	. . .
STRADA FERRATA MIDLAND					
Birmingham e Gloucester	53	7	9	. . .	. . .
Birmingham e Derby . .	6½	7	5	1	. . .
Idem Idem .	34¾	5			
Derby e Lincoln . . .	48¾	3	4	. . .	. . .
Derby e Rugby . . .	24½	7	7	. . .	. . .
Id. Id. . .	24¾	5			
Leicester e Peterborough	4¾	3			
Id. Id . .	23	5	11		
Id. Id. . .	25¼	7			
Derby e Leeds. . . .	73	7	9	16	. . .
Diramazione Sheffield .	5	3	2	. . .	. . .
Leeds e Bradford. . .	11	6	5	. . .	. . .
Id. Id.	2¾	3			
Id. Id. L. pel foro	1½	2	2	. . .	. . .
Diramazione Skipton .	15¼	3	5	. . .	. . .
LONDRA E NORTH-WEST.					
Da Londra a Birmingham.	5	9	9	1	. . .
Id. Id. . . .	107½	7			
Id. Id. L. del foro	1	3	2	. . .	. . .
Da riportarsi .	1082	. . .	187	41	1⅛

---

(26) Un monopolio di cotesta fatta concesso ad una compagnia unica in Inghilterra, non ha trovato eco nell'America, la quale, stabilendo delle linee telegrafiche per conto dello stato, ha lasciato la libertà a qualunque privato di costruirne altre che potessero recar loro un utile, facendo servire il telegrafo ad uso del pubblico. *N. d. T.*

Nomi delle strade ferrate	N° delle miglia.	N.° dei fili.	N.° dei telegrafi a doppio indice.	N.° de'telegrafi ad un solo indice.	Lunghezza della linea nelle vie.
Riporto	1082	...	187	41	1 1/8
Id. Id. Camd. incl	1 1/4	6	4	2	...
Congiunz. occid. di Londr.	1/2	2	4	...	...
Birmingh. e Manchester.	80	7	6	1	1/3
Id. Id. . . .	5	8			
Congiunz. di Ardwick..	3 1/4	8			
Manchester e Liverpool	31 1/2	6	5	...	2/3
Id. Id. L. del foro	1 1/2	2	3	...	...
SOUTH-DEVON	53	4	102	...	2/3
Diramazione Torquay .	4	3	4	...	...
STR. FERR. DI NEWMARKET	17	5		...	...
EASTERN UNION . . .	16 3/4	5	7	...	...
Id. Id. Linea. nel foro	2 3/4	2	3	...	...
LONDRA E SOUTH-WESTERN					
Da L. a Southampton .	74	4	4	...	...
Id. Id.	6	6	2	...	...
Diramazione Portsmouth	21	4	4	...	...
Id. Gosport . .	5	4	1	...	...
Southampton e Dorchester	61	3	7	...	...
Diramazione Poole . .	2	3	2	...	...
CONTEE OCCIDENTALI					
Da Londra a Brandon.	88 1/4	7	40	...	...
Id. a Stratford.	3 3/4	2	4	...	...
Linea Brick-lane. . .	1/2	2	3	...	...
Diramazione Enfield . .	3 1/4	2	2	...	...
Id. Hertford . .	7	3	3	...	...
Cambridge e S. Ives .	14 3/4	3	5	...	...
Ely e Peterborough. .	30	5	7	...	...
March e Wisbeach. .	9	3	2	...	...
Londra e Colchester .	51 1/4	5	13	...	...
Forest-gate e Stratford	1 1/4	1	...	2	...
Maldon e Braintree .	12	3	3	...	...
Congiunzione di Thames e Stratford . . .	2 3/4	3	2	...	...
North Woolvich . . .	2 1/4	3	2	...	...
STRADA FERR. DI NORFORLK					
Da Brandon a Norwich	37 3/4	7	19	.	...
Id. Id. . . .	10 1/4	1	...	7 .	...
Norwich e Yarmouth.	20	9	...	..	...
Diramazione Lowestoft.	12	5	...	...	...
» di Dereham. . .	12	3	2	...	...
Dereham e Fakenham .	12 1/4	2	2	...	...
CONTEA SETTENTRIONALE DI STAFFORD					
Da Stoke a Norton Bridge.	10 3/4	3	3	...	...
Diramazione di Colwich	18 3/4	2	2	...	...
Da Stoke a Burton .	29 1/2	3	5	...	...
Id. Id. Deposito di merci	2/3	2	2	...	...
Da Stoke a Crewe. . .	14 1/2	3	4	...	...
Harecastle linea del foro	1	2	2	...	...
Diramazione Macclesfield	19 1/2	3	4	...	...
Churnet Valley . . .	27	2	...	...	...
CONTEA MERIDIONALE DI STAFFORD . .	9 1/4	2	3	...	...
Id. Id.	2	3	1	...	...
Da riportarsi .	1932 1/6	...	390	53	2 1/3

Nomi delle strade ferrate	N° delle miglia.	N.° dei fili.	N.° dei telegrafi a doppio indice.	N.° de'telegrafi ad un solo indice.	Lunghezza della linea nelle vie.
Riporto	1932 1/6	...	390	53	2 1/8
NORTHAMPTON E PETERBORÒ	47	3	10	...	...
Id. Estens. a Wolverton.	10 1/4	4	2	...	...
Londra e Croydon . .	8	3	4	...	...
Great Western. . . .	19	4	2	...	...
Linee per le vie di Lon.	...	varii	10	...	7 3/4
Manchester e Sheffield	2	3	3	...	...
Id. Linea del foro di Woodhead . . .	3 1/4	3	2	...	...
Amberg. Matlock e Buxton	11 1/2	2	3	...	...
Londra a Blackwall .	3 1/2	...	...	...	...
L. di Caldon-Low Quarry	3 1/4	1	...	4	...
Moira Colliery. . . .	1/2	2	2	...	...
Maryport e Whitehaven	1/2	4	4	...	...
L. della Comp. di Butterley	2 1/2	1	...	2	...
Da Londra a Dover . .	88		11	18	...
Id. a Rochester	31	4	18	...	...
» Bricklayer 's Arms	4	2	2	...	...
Da Tunbridge a Tunbridge Wells	5	3	2	4	...
» ad Hastings Road	1	2	2		1/8
» al Laboratorio .		1	...	2	...
Da Paddock Wood a Maidstone.	10	3	5	...	...
Da Ashford a Ramsgate. .	30	3	5	...	...
Da Minster a Deal . . .	9	3	3	3	...
Da Ramsgate a Margate. .	4	3	2	...	...
Totale	2225 1/3	...	482	86	10

136. *Stazioni telegrafiche.* — La tavola seguente contiene i nomi delle stazioni telegrafiche, che trovansi nelle precedenti linee.

LISTA DELLE STAZIONI TELEGRAFICHE.

Abbey Wood
Alnwick
Ambergate
Ashford
Barnsley
Berwick-on-Tweed
Beverley
Birmingham
Bishopstoke
Blackeath
Bradford
Bridlington
Broxbourne
Burton-on-Trent

Gosport
Gravesen
Greenhithe
Halifax
Headcorn
Hertford
Hull
Hythe
Ipswich
Leeds
Leicester
Leith
Lewisham
Lincoln

Peterborough
Pluckley
Ramsgate
Reigate.
Rochester
Rochdale
Romford
Rotherham
Rugby
Sandwich
Scarborough
Selby
Sheffield
Skipton

Cambdrige	Liverpool	Slough
Canterbury	Londra	Southampton
Charlton	Loughborough	South Shields
Chelmsford	Lowestoffe	Staplehurst
Cheltenham	Maidstone	Stamford
Chesterfield	Malton	St. Ives
Chilham	Manchester	Stortford
Colchester	March	Sunderland
Darlington	Marden	Tamworth
Dartford	Margate	Thetford
Deal	Melton	Thirsk
Derby	Merstham	Todmordon
Dover	Minster	Tunbridge
Dunbar	Morpeth	Tunbridge Wells
Durham	Newark	Wakefield
Edenbridge	Newcastle	Ware
Edinburgh	Newmarket	Wateringbury
Ely	Norvich	Wisbeach
Erith	Normanton	Witham
Farleigh	Northallerton	Woolwich
Folkstone	Northfleet	Worcester
Glascow	Nottingham	Yarmouth
Gloucester	Paddock Wood	York
Godstone	Penshurst	

137. Comunque fosse stato mio intendimento quello di descrivere i varii sistemi di telegrafi esistenti in Inghilterra, mancandomi spazio, mi vedo costretto a dover tacere intorno alle altre invenzioni premiate, e che appartengono alla Compagnia Telegrafica, nè posso dare una nota del gran numero d' ingegnosissimi ritrovati, che tuttavia rimangono come proprietà private. Però, essendo che il telegrafo a stampa di Bain (a), è stato ultimamente messo in uso tra Birmingham e la stazione della Compagnia in Lothbury, dirò sommariamente di questo telegrafo, che esso riceve i segni mercè una striscia di carta concentrata d' una soluzione chimica, la quale si scompone e presenta una macchia, sotto l' azione di una corrente elettrica. La striscia è menata intorno da un meccanismo, e la corrente s' invia o con la mano o con altro meccanismo: una combinazione di corte e lunghe correnti, che generano punti o linee, compone l' alfabeto.

138. *Telegrafo sottomarino.* — L' epiteto di *sottomarino*, che accompagna questo telegrafo, può far credere ai più che esso sia d' una maniera diversa da quelli già descritti, e che sia più proprio degli altri per poter trasmettere segnali al di sotto delle onde dell' oceano. La sola cosa veramente sottomarina in cotesto telegrafo è il filo conduttore, e quando esso è messo in ordine, poco importa, per ciò che riguarda la parte sottomarina, qual sia il generatore della corrente elettrica, o quale strumento interpetre si trovi a ciascuno de' capi. Isolati qual siamo dal resto delle altre nazioni, e nel tempo stesso molto interessati in tutto quel che avviene nel Continente, aneliamo con impazienza il giorno in cui le comunicazioni telegrafiche si eseguiranno tra Dover e Calais, e tra Folkstone e Boulogne, con quella stessa facilità con che ora si eseguono tra Londra e Dover (27).

139. I primi passi son dati; il primo stadio è già passato; i segnali da Londra sono stati di già trasmessi sino al lido a Folkstone, e da quivi sul ponte d' una nave galleggiante, posta a più di due miglia in distanza dal lido, mercè fili coverti e immersi nel mare; con questo mezzo si è tenuta una conversazione nel giorno 10 gennaro 1849. E come sicuramente verrà il giorno, ma non per ora, quando questa idea d' un'invasione nei dominii di Nettuno, sarà cangiata in realtà pratica, gioverà sin da ora avere un fedele ricordo delle circostanze che accompagnarono questo sperimento.

Avendo per qualche tempo invigilato, e per caso anche assistito al perfezionamento d' un filo coverto di gutta-perca (§. 39), da adoperarsi ne' fori stradali, ottenni subito il permesso dai Direttori della Compagnia della ferrovia South Eastern, di adoperarlo per l' isolamento in parecchie delle nostre gallerie. Avvanzandosi l' opera mi avvidi essere in mio potere parecchi non ordinarii mezzi di facilitazione per eseguire uno sperimento sottomarino, come per esempio, una linea di strade ferrate da Londra al lido; un porto sotto la medesima Direzione dalla quale dipendeva la linea di strade; una quantità di battelli a vapore ancorati in quel porto, anch' essi accessibili, e parecchie miglia di filo coverto di materia perfettamente coibente: egli è vero che la stagione (gennaro) non era troppo favorevole, ma non era convenienza l' indugiare. Esposi pertanto le mie vedute al consiglio de' Direttori, nè fu difficile l' ottenere il loro appoggio e la loro assistenza. Essi fissarono il giorno, posero al mio comando un battello a vapore, e detter fuori lettere di raccomandazione, ordinando il libero transito per qualunque luogo della strada ferrata, non che l' andata e il ritorno da Calais e Boulogne a Folkstone, da valere per parecchi giorni.

140. Scelsi al di sopra di due miglia di filo di rame n.° 16, coperto di gutta-perca, e di persona verificai il tutto, pezzo per pezzo, sotto acqua, ed anche le diverse congiunzioni. Lo avvolsi quindi sopra un cilindro di legno, montato sopra un telaio, e così lo menai a Folkstone.

(a) Vedi l' articolo del Technologiste a pag. 55.

(27) Questa speranza è stata già coronata, e i telegrafi della Francia si congiungono a quelli dell' Inghilterra a traverso lo stretto di Calais. *N. d. T.*

Dalla principale linea di ferrovia, una diramazione di circa un miglio di lunghezza, scendeva al porto di Folkstone, attraversando la stazione presso il ponte levatoio. L'Uffizio telegrafico stava nell'ultima stanza, nella fila di edifizii immediatamente dopo la stazione. Fummo obbligati di evitare il ponte, dovendo le navi entrare nel porto; e però facemmo fare ai fili un corso curvilineo dietro al Pavilion-Hotel, e al Harbour-House. Eressi un palo nella sabbia appunto al di sopra dell'alta marea, pel quale feci passare il filo che dall'uffizio telegrafico si estendeva sino alla sponda. La sera del 9, per l'ultima volta, saggiai la continuità del filo, ponendo il cilindro nella sabbia, congiungendo il filo coverto con quello che veniva da Londra, e quindi, coi piedi nell'acqua, e col chiarore di fanali, in mezzo ad una svariata ed attonita moltitudine di pescatori, marinari, gabellieri, ed altri, provammo il circuito, intavolando una conversazione con i commessi telegrafici di Londra, e riuscì a meraviglia.

141. Il nostro piano per la mattina appresso fu quello di porre il cilindro su cui era avvolto il filo in una piccola cassa, dirigendoci pressocchè in linea retta dal lido; svolgere ed immergere il filo come si andava innanzi; rimanere ancorati, sino all'arrivo del convoglio da Londra, quando il battello a vapore avrebbe salpato con i nostri amici, e portando il telegrafo sul ponte, sarebbe venuto a rilevar noi, che avevamo l'estremità del filo. Ma l'aspetto del cielo cambiò nella notte; soffiò forte il vento ed il mare divenne così agitato, che non solo sarebbe stato un esperimento impossibile per i non marini, sopra un teatro così instabile, quale è una nave agitata dalle onde, ma si sarebbe con certezza corso il rischio che il filo si fosse spezzato. Intanto, invece che il battello a vapore fosse accostato al nostro legno, questo se ne andò solo, mollando il filo, come si era stabilito, e ne ricondusse l'estremo sul lido. Il filo fu continuato in linea retta dal punto in cui terminava, con un altro filo coperto di gutta-perca, che fu trasportato da sopra al molo e mollato in mare di rimpetto al porto; e, passando per la bocca del porto, andava a metter capo allo strumento posto sul ponte del battello a vapore, ormeggiato lungi dal molo. Così le condizioni dello sperimento furono tutte soddisfatte, quantunque l'effetto non fu così sorprendente come lo sarebbe stato se il battello fosse andato più oltre nel mare.

142. Erasi anticipatamente disposto che per quel giorno il telegrafo avrebbe operato con un sol filo, quello n.° 2, lasciando l'altro n.° 1 in disposizione dell'esperienza. L'estremità di questo filo in Folkstone, come ho detto, era congiunta con uno degli estremi del filo immerso, l'altra essendo unita ad un indice, che si trovava sul ponte, ed il circuito era completato da una lastra di terra immersa in mare.

143. Queste operazioni furono eseguite alla presenza de' nostri spettatori che trovavansi sul legno; non si erano ancora ripetute, ed il filo fu intanto sbattuto dalle onde contro i moli. Debbo confessare che divenni alquanto inquieto per aver chiamato tanti testimonii, tanto lungi dalle loro case, per essere spettatori d'uno sperimento, il quale avrebbesi dovuto anticipatamente e privatamente eseguire, e poi al primo perfetto risultamento, renderlo di pubblica mostra: sicuro che un leggiero difetto nello isolamento non avrebbe fatto fallire la sperienza, per le sole due miglia di filo immerso che trovavansi nel circuito, ma perchè a questi si aggiungevano le altre 83 miglia di filo tra Londra e il lido, mi prevedeva una nullità fatale. Tutto essendo all'ordine, presi il manubrio del telegrafo e segnai la lettera L, che è la chiamata di Londra e che all'istante passò; a 49 minuti dopo mezzo giorno la prima segnalazione telegrafica, sotto il canale Britannico, in linea retta per Londra fu eseguita; essa conteneva l'espressione seguente « M. Walker to Chairman,—I am on board the *Princess Clementine*: I am successful » (il Sig. Walker al Direttore. — Io mi trovo sul bordo della *Principessa Clementina*, ed ottengo buoni risultamenti). Immediatamente dopo si aprì la corrispondenza con Londra, e si scambiarono discorsi con le altre stazioni della linea principale, e dopo alquante ore d'immersione, il filo fu salpato sano e salvo. Esso ora si trova disposto nel foro stradale di Merstham, ed è stato il canale per lo quale tutti i nostri più importanti dispacci sono in seguito andati a Londra.

144. Nella fig. 9 ho segnato il littorale Francese, e gli scandagli del fondo nella parte del canale tra Folkstone e Boulogne. Ho pure tratteggiate talune vie che potrebbe seguire un filo sottomarino. Non devesi pertanto supporre che dovremmo in pratica impiegare così dilicati fili, e senza altre precauzioni, in un circuito attraverso il canale; nè bisogna immaginare che se non si è oltre progredito, ciò sia dipeso per essersi presentate insormontabili difficoltà meccaniche; le difficoltà sono di altro genere, e finchè vi sono vi è poca probabilità di conseguir lo scopo. Intendo parlare della politica del Governo Francese, che ritiene per se l'uso ed il controllo de' telegrafi in Francia; così che se mai permetterà esso che un filo telegrafico giunga sino al suo littorale, il vantaggio di risparmiare una semplice traversata di due ore non adequerebbe giammai la grandezza e il costo dell'intrapresa. Dobbiamo sperare che il tempo e le circostanze cangeranno cotesta politica, e che si sarà nello stato di permettere che il pubblico in Francia goda del libero uso del telegrafo, come lo abbiamo noi in Inghilterra; e così in una futura edizione di questo libro, potremo esaminare il piano che si può seguire per attraversare il canale. Gli scrittori francesi sulla telegrafia elettrica fanno grandi istanze perchè questa restrizione si tolga. Anche, mentre questi fogli si stam-

pano, si è interpellato su questo argomento nell' Assemblea Legislativa di Francia. Una commessione che al 4 febbraio 1850 aveva riferito sulla convenienza di stabilire certe linee di telegrafi elettrici sopra talune delle strade ferrate della Francia, ed aveva raccomandato nel tempo stesso che si fosse concessa una somma per la spesa occorrente, chiese al Ministro dell' Interno se la sua intenzione era quella di permettere che il telegrafo elettrico fosse di uso pubblico, come opinava il suo predecessore Dufaure, egli rispose esser questa una questione seria, sulla quale egli non poteva decidere, fino a che non avesse avuto ulteriori informazioni. Non è nostra intenzione, nè questo è il luogo, di entrare sul merito di una tale quistione, per quanto riguarda il Governo Francese, nè staremo ad esaminare quanto lontana possa esser la Francia dall' esser preparata per così decisa ed importante concessione. Vogliamo solo sperare che quelle ulteriori informazioni, quali possano essere, raccolte dalla commesssione e presentate all' Assemblea, sieno di così favorevole natura, da menare ad una successiva abolizione delle restrizioni, che impediscono i negozianti e i cittadini francesi di trar vantaggio da questa maravigliosa scientifica applicazione.

145. Senza entrare nelle interne relazioni che possono essere avvolte in questa quistione, sembra però che molto bene debba risultarne per tutte quelle parti prossime alla capitale dell' impero Britannico, e per tutte le grandi nazioni d' Europa. Abbiam finito il nostro impegno, estendendo i fili da Londra alle sponde dell' Oceano, in quei luoghi che posson servire di passaggio tra l' Inghilterra e la Francia. Il primo Uffizio telegrafico che lo straniero incontra, giungendo in Inghilterra, è quello di Folkstone, che senza favore o preferenza, è aperto al primo che vi giunge. Pochi passi sul suolo, e si trovano i mezzi, a moderato prezzo, come ottenere una immediata comunicazione con Londra; e da quivi con tutte le altre città principali del Regno. E forse più che non possiamo credere è prossimo il giorno in cui i nostri vicini dell' opposita costa del Canale faranno altrettanto che noi, e che i fili che presentemente si distendono da Parigi a Calais, potranno essere egualmente accessibili dal pubblico, come presso di noi ha luogo. Se la pronta comunicazione che ora esiste tra Parigi e Londra, per mezzo delle strade ferrate e de' battelli a vapore, ha così grandemente promosso l' aumento delle buone intelligenze tra i cittadini delle due nazioni, quanto più queste amichevoli relazioni non saranno confermate, quando sentiremo poterci ricambiare i nostri pensieri con la velocità del fulmine?

BIBLIOGRAFIA.

LEZIONI DI MINERALOGIA

Ordinate specialmente per gli studi dell'Architetto costruttore e dell' Ingegnere dei Ponti e Strade da Gaetano Tenore, Alunno della Scuola di applicazione dei Ponti e Strade. Napoli 1851-52 (a).

L' autore con la presente opera si ha proposto di porgere agl' Ingegneri ed agli Architetti le sole conoscenze di Mineralogia necessarie per apprendere *i caratteri, la giacitura, i luoghi nativi e le applicazioni dei minerali* utili alla Architettura ed a quelle arti industriali e meccaniche che ad essa si riferiscono; occupandosi principalmente dei materiali da costruzione che sono in uso nel nostro Regno. Ha cercato di porre in veduta lo studio delle diverse *varietà di rocce dure, dei marmi antichi e moderni d' Italia e dei colori minerali* più importanti per la decorazione dei monumenti, non che quello delle nostre miniere nelle quali si hanno a ricercar metalli e combustibili fossili. Non ha trascurato infine di venir trovando le condizioni locali ed i metodi più convenienti pel traforo dei pozzi artesiani, come per tutto che risguarda le conoscenze su la pietra calcarea, su la calce, su le malte ordinarie ed idrauliche, su le pozzolane, ed altri importanti argomenti. Quindi egli ha posto la maggiore cura perchè nulla sia omesso delle dottrine relative alle applicazioni testè discorse; onde non sia l' Ingegnere costretto di affidarsi alle ragioni ed all' esempio dei capi-maestri, degl' intraprenditori, o di gente inesperta e spesso di mala fede.

Rispetto alla parte di Geologia esposta in questa opera, considerando che ai nostri studiosi di Architettura non sieno molto comuni le conoscenze botaniche e zoologiche, perciò l' autore ha stimato cosa più conveniente il non distendersi nella descrizione dei singuli terreni componenti la crosta del Globo terrestre, i quali si distinguono specialmente per i fossili organici che racchiudono. Ma ha egli fatto seguire alle lezioni di Mineralogia, e come appendice alle medesime, *il trattato mineralogico delle rocce*, le definizioni ed alcuni principî generali su la scienza della Terra, sufficienti a poter intendere le dottrine geologiche che necessariamente hanno dovuto esporsi nell' opera in esame per descrivere la giacitura dei minerali e delle rocce, non che le loro applicazioni.

(a) Questa opera forma un volume in 8°. di pag. 480, con 5 tavole litografiche. Prezzo carlini diciassette. Si vende in casa dell' autore (Strada S. Gregorio Armeno a S. Biagio dei Librai n°. 41 secondo piano)

Da ultimo l'autore è persuaso di avere omesso non poche specie mineralogiche, alcune delle quali, di recente rinvenute nei Campi Flegrei, si trovavano già descritte e pubblicate nelle *Memorie geologiche sulla Campania* (Napoli 1849) per l' illustre suo maestro Prof. A. Scacchi. Nè in raccogliere le recenti scoverte in tal genere ha egli avuta molta premura, imperciocchè il principale scopo di questo suo lavoro è diretto, non tanto a fornire un catalogo dei minerali noti, quanto a descrivere diligentemente e distesamente quelli a preferenza che presentano applicazioni all'Architettura o sono utili allo studio della Geologia, come si è di sopra accennato.

Esposizione dell'industria di tutte le nazioni in Nuova York.

(Civil Engineer and Architect's Journal. — novembre 1852)

A' due maggio 1853 si aprirà in Nuova York una esposizione di materiali grezzi, manifatture, macchine e belle arti (comprendenti la pittura la scultura ec.). I direttori han deciso che i premî di eccellenza ne' varî dipartimenti saranno dati sotto la sopraintendenza di persone eminenti. L'edifizio del quale diamo un disegno nella tav. X progettato da' sig. Carstensen e Gildemeister, è in corso di esecuzione sopra il suolo davanti al serbatoio di Croton, detto *Reservoir-square*. I materiali adoperati nella costruzione sono principalmente il ferro ed il cristallo.

Il pian terreno è un ottagono regolare i cui lati paralleli distano fra loro per 365 piedi e 5 pollici, nella qual misura non vanno comprese le tre sale d' ingresso, ciascuna delle quali sporge per 27 piedi ed è larga 40 piedi e 5 pollici. Da ciascun lato di queste sale sono disposti gli uffizî, sporgenti 18 piedi dall' edifizio principale e larghi 27 piedi.

L' interno si compone di quattro grandi divisioni, ciascuna delle quali ha un corridoio principale nel mezzo con ali laterali che nel pian terreno sono congiunte da sezioni triangolari. Questi corridoi principali s' incontrano nella cupola del mezzo, e formano insieme una croce greca la qual forma è conservata nel piano delle gallerie.

Il diametro della cupola è di 103 piedi, la sua altezza dal suolo al lanternino 122 piedi; l' altezza netta dei corridoi di 67 piedi; l' altezza netta del primo piano 24 piedi; quella del secondo 21; la larghezza delle ali 54 piedi; l' altezza delle sezioni triangolari 24 piedi; l' altezza della zoccolatura varia da 8 pollici ad 8 piedi e 4 pollici; la larghezza de'corridoi è di 41 piedi e 5 pollici; quella delle gallerie di 54 piedi; quella di ciascun fronte di 149 piedi e 5 pollici; il diametro di ciascuna delle otto torri ottagone è 8 piedi; l' altezza delle torri al di sopra del zoccolo 75 piedi; l' area del piano principale è 111 200 piedi quadrati; quella delle entrate, sale ed uffizî 6000 piedi quadrati; quella delle gallerie 62 000 piedi quadrati.

Questo edifizio si costruisce sotto la direzione del sig. Delmold, ingegnere civile; la fornitura del ferro è stata presa da diverse case di commercio. La parte principale de'pezzi fusi sarà consegnata dal 1.° al 15 dicembre. L'inaugurazione della prima colonna avrà probabilmente avuto luogo verso il 15 ottobre, il tempo dal 1.° settembre fino allora essendo stato impiegato nei lavori di fabbrica. La spesa sarà di circa 45 000 lire sterline. Il sig. Carstensen è l'autore del Casino e del Tivoli di Copenaghen.

NOTIZIA

Sulla costruzione de'tre bacini di raddobbo del porto di Tolone,

Pel Sig. Noel (Carlo) Ingegnere in capo di Ponti e Strade direttore de' lavori idraulici della marina.

(*Annales des Ponts et Chaussées*, *1850*.)

Molti ingegneri avendomi chiesto de' particolari su' procedimenti che sono stati usati con successo completo per la fondazione a smalto del bacino di raddobbo n°. 3, costrutto nel porto di Tolone dal 1841 al 1846, ho creduto far cosa utile compilando pe' nostri *Annali* un articolo su questa grande opera; e mi sono indotto a farlo precedere dalla descrizione del modo di costruzione de' due primi bacini di raddobbo eseguiti anteriormente nello stesso luogo.

Per far ben comprendere la natura de' difficili lavori di cui han d' uopo queste costruzioni, io dirò, per quelli che non han veduto grandi porti di mare, che un bacino di raddobbo è una specie de' sostegni che sono ne' canali di navigazione, nel quale si fa entrare una nave la cui carena ha mestieri d' esser visitata o riparata. Questa entrata si fa a galla, aprendo la porta del bacino; allorquando la nave è introdotta si chiude l' entrata, alcune volte col mezzo di porte armate (come a Brest) alcune volte col mezzo di un battello porta (come a Tolone); dopo si vuota il bacino dall' acqua, in modo da lasciare a secco il bastimento sul cantiere ch' è stato disposto per ricevere la chiglia. Quando i lavori di raddobbo sono terminati, si fa l' operazione inversa e si introduce l' acqua nel bacino; quando essa si è messa a livello allo interno come all' esterno si apre la porta ed il bastimento che trovasi a galla rientra nel suo elemento.

Si vede dunque che la principale qualità di un bacino di raddobbo è di esser stagnabile e che le difficoltà che si trovano in queste costruzioni sono della stessa natura di quelle che si presentano ne'sostegni ordinarî de'canali di navigazione : soltanto queste difficoltà crescono in proporzione delle dimensioni del lavoro.

Bacino n°. 1, detto bacino Groignard. — Per molto tempo si è creduto che l'esecuzione di un bacino o forma di raddobbo fosse stata impossibile a Tolone, dove per altro il servizio della marina richiedeva con istanza che vi si costruisse, perchè quando un vascello avea bisogno di raddobbo, facea d' uopo o di fare questa operazione abattendolo in corona , cioè giungendo e forza di pesi, di forzi e di spese , sovente col rischio di scomporne assatura , a coricarlo a galla alternativamente su' due lati , o inviandolo in un porto dell' oceano ove erano già dei bacini di raddobbo , perchè la loro costruzione è molto più facile in un porto a marea.

Il sig. Groignard , l' illustre Ingegnere che ha costruito a Tolone il primo bacino che porta il suo nome, s'esprime così in una memoria del 1776.

» La mancanza di flusso e riflusso nel Mediterraneo vi » rende difficile e dispendiosa la costruzione delle forme: » quelle che sono state costrutte a Cartagena sono costate » somme immense ed han richiesto molta pena. Si è tro- » vata anche più difficile questa costruzione al porto di » Tolone, perchè il terreno del suo arsenale è come quello » de' dintorni, intersecato da sorgive troppo abbondanti » per potervisi cavare e fabbricare, senza pericolo di es- » ser sommersi, delle forme che debbono esser fondate a » circa 30 piedi al di sotto della superficie delle acque » del mare. »

» Le grandi difficoltà di questa costruzione sono state » sempre dimostrate con un infinità di esperienze e di » progetti che malgrado gli sforzi de' più abili ingegne- » ri, gli ordini e le volontà decisa di tutt' i ministri han » fatto credere la costruzione delle forme al porto di To- » lone impossibile. Egli è ciò che avea fatto decidere » il sig. Conte di Maurepas a far costruire delle forme » al porto della Seyne in seguito delle esperienze che si » eran fatte per conoscere la natura del terreno ; ma la » distanza di questo porto da quello di Tolone, la cinta » e le altre costruzioni che bisognava farvi avean fatto » sospendere l' esecuzione di questo progetto , ed il sig. » Duca di Praslin avea ordinato al porto di Tolone nuove » ricerche ed esperienze che hanno avuto miglior successo » delle prime. »

» In fine il sig. Laurent, famoso architetto che avea me- » ritato la confidenza di quest' ultimo Ministro e che era » venuto a Tolone per ordine dello stesso , avea creduto » scorgere il mezzo di fare delle forme fuori del porto » nel quartiere di Castigneau , o dell' Égoutier. »

La morte del sig. Laurent, avendo arrestato la conchiusione di questo progetto, e l'esempio del raddobbo infruttuoso del vascello il *Souverain* avendo fatto nuovamente avvertire la necessità di stabilire delle forme o bacini di raddobbo al porto di Tolone , il ministro della marina incaricò il sig. Groignard ingegnere costruttore de'vascelli del re di manifestargli le sue idee su questa importante opera.

Il progetto del sig. Groignard , dopo essere stato sottoposto all'esame di un consiglio di marina ed a quello dell' accademia delle scienze, fu approvato , l' esecuzione ne fu ordinata dal re agli 8 di aprile 1774 e fu cominciata immediatamente.

Tutti gli ingegneri conoscono che questo progetto, oltremodo ardito per l' epoca nella quale fu dato fuori , consisteva a costruire il bacino in un immenso cassone rettangolare di legno affondato in un cavo fatto nel porto col mezzo di macchine a cucchiai. Il cassone dovea contenere oltre la forma propriamente detta un dietro-bacino , cioè un serbatoio comunicante col bacino e destinato a stabilirvisi i bindoli per eseguire il vuotamento dell'acqua. Questo cassone avea 300 piedi di lunghezza , 94 di larghezza e 34 di altezza. Si era praticata nella parete verticale di una delle sue estremità un'apertura in forma di trapezio di 47 piedi di larghezza alla base, 53 piedi al lato superiore e 23 piedi e mezzo di altezza , chiusa da un assito di legno che dovea esser tolto al compiersi il bacino onde aprirne l' entrata. Fu costrutto sopra una grande zattera composta di pezzi di alberatura e di botti vuote ; fu posto a galla facendo affondare la zattera con l' aggiunta di pesi ed aprendo simultaneamente tutte le botti.

Questa immensa cassa era divisa nella sua lunghezza in otto parti uguali con forti tramezzi trasversali di legno ; questa divisione avea per iscopo di mantener unita la cassa, di dar facilità di mantenerla a livello , facendo entrare più o meno di acqua in ciascuna divisione ; infine di ripartire la sua estensione per rendere più facile la ricerca delle vie d' acqua , e di suddividere il vuotamento al pari che tutti i lavori di conseguenza. Essendosi compiuta la cassa , diligentemente calafatata e zavorrata con 300 000 quintali di pietre vi si introdusse col mezzo di trentadue trombe il volume di acqua necessario per farlo affondare nello spazio destinato (1).

---

(1) Il metodo di fondazione per cassoni non era sconosciuto all' epoca del progetto del sig. Groignard. A Tolone stesso si erano adoperati de' cassoni di 60 piedi di lunghezza , 12 piedi di larghezza e 25 piedi di altezza per la costruzione della riva murata della vecchia darsena rimpetto l' Hôtel-de-Ville. (*Architecture hydraulique* , 2 partie , tome II). Il molo superiore del porto di Nizza era stato costrutto con lo stesso metodo con cassoni di 42 piedi di lunghezza. Il ponte di Westminster compiuto nel 17.0, era

Il sig. Groignard ha particolarmente descritto nella sua memoria le precauzioni che egli prese per far poggiare la sua cassa sopra un fondo spianato, per fare sparire le ineguaglianze lasciate dalle macchine a cucchiaie, per formare nel suolo con un gran rastrello sette solchi longitudinali destinati a ricevere le chiglie che, per una male intesa imitazione della costruzione de' vascelli, avea fatto risaltare per 6 pollici al di sotto del fondo della cassa.

Egli avea anche prese le più grandi precauzioni per assicurarsi che il suolo (2) fosse nello stato di sostenere senza abbassarsi inegualmente il peso del bacino e del più grande vascello. A tale uopo, egli avea fatto passare successivamente per tutto il fondo del cavo una mazzeranga la cui base era un disco di 1/6 di tesa quadrata di superficie, e la cui testa fuori acqua era caricata di un peso di 330 quintali, formante circa la metà di più di quello di 218 quintali, quanto era stato calcolato dover esser, a superficie eguale, la pressione media sul fondo del cavo. Questa esperienza, ripetuta successivamente per ventiquattr'ore su tutte le parti del suolo, avendo mostrato che esso non soffriva alcun abbassamento, il sig. Groignard ne conchiuse che il terreno presentava una sufficiente solidità.

Intanto egli fece ancora un' altra esperienza con l'urto, battendo successivamente tutte le parti del suo cavo con una mazzeranga le cui base era di 1/3 di tesa quadrata, e la cui testa era continuamente battuta a rifiuto da un maglio di 30 quintali, cadente da 4 a 5 piedi. L' ingegnere calcolando l' effetto di questo urto secondo le leggi di Mariotte credette essersi assicurato che con questa percussione avea fatto provare al suo terreno una compressione cento settantasette volte più forte del peso totale della cassa, della forma e del più gran vascello.

L' autore del progetto, per *distruggere ogni dubbio ed inquietezza*, sottopose ancora la sua fondazione ad un'altra pruova: dopo l' affondamento del cassone lo caricò durante sei mesi del peso di un milione di quintali, superiore per 56 mila quintali a quello delle fabbriche della forma e del più gran vascello e situato allo stesso modo (3).

Il cassone resistette bene a questo carico di pruova. Si aggottò allora l' acqua che entrava per 400 000 quintali nel carico totale, e la cassa restò caricata di 600 000 quintali di pietre, formanti un peso equivalente al volume di acqua che essa discacciava.

In questo stato, il cassone non fu trovato perfettamente a secco; ma le filtrazioni non si elevarono in tutti gli scompartimenti insieme che a 10 o 11 mila piedi cubici d' acqua in 24 ore. Il sig. Groignard giudicò che queste filtrazioni erano poco considerabili, per riguardo all' immensità della superficie immersa, ed all' enorme pressione dovuta all' altezza d' acqua: egli pensò che esse sarebbero facilmente sormontate con una agottatura successiva ne' diversi scompartimenti, e cominciò la fabbrica della sua forma il 19 febbraio 1776.

La preparazione del suolo che doveva ricevere il cassone era il punto dilicato, il vero scoglio dell' ardito progetto di questo abile ingegnere. Si comprende in fatti, quanto era difficile di disporre il fondo del cavo perfettamente a livello, con macchine imperfette, a 10 metri di profondità sotto l' acqua; di fare sparire tutte le scabrosità; di riempire convenientemente le parti dove si scorgeva col mezzo dello scandaglio avere le cucchiaie troppo scavato nel suolo; di fare i sette solchi longitudinali destinati a ricevere le sette chiglie che il sig. Groignard avea, malauguratamente, fatto risaltare sotto il fondo del suo cassone. Niente indica inoltre nella sua memoria molto particolarizzata che egli avesse cercato di togliere lo strato di fango molle che doveva necessariamente riempiere il fondo di un cavo smosso per lungo tempo dalle cucchiaie delle macchine da scavare.

Perciò l' esperienza ha pur troppo dimostrato che la preparazione del fondo destinato a ricevere il bacino era lungi dall' esser perfetta. Il cassone che aveva ben resistito sotto il carico di pruova non resistè sotto il peso delle fabbriche: esso soffrì insieme alla fabbrica stessa

stato del pari fondato col mezzo di cassoni che aveano 80 piedi di lunghezza, 30 di larghezza e 16 di altezza per ciascun pilone. Il ponte di Saumur ed il ponte di Black Friars a Londra erano stati fondati egualmente con lo stesso metodo; ma il cassone del sig. Groiguard era nove volte più grande in superficie del maggiore di quelli che abbiamo citati e l' idea di suddividere il cassone in più parti non era stata ancora applicata.

(2) Questo suolo indicato volgarmente col nome di *sâfre* è un mescuglio di argilla e frammenti calcarei, formante strati leggermente inclinati, talvolta molto duri tal' altra poco resistenti: la sua profondità è indefinita. I pali vi penetrano con maggiore o minor facilità, secondo la durezza degli strati da attraversare, ma non vi trovano mai un rifiuto assoluto; la resistenza che incontrano non è dovuta che all' attrito. La sua compressibilità è stata spesso soggetto di quistioni al porto di Tolone. Il sig. Groignard cita delle esperienze dalle quali ha conchiuso che questo terreno era incompressibile. Un esperimento che io stesso ho fatto nel sito del bacino n.° 3 mi ha condotto allo stesso risultamento. Un forte disco di un metro quadrato è stato caricato dapprima di un peso di 35 000 chilogrammi, ed in seguito il carico è stato portato fino a 70 000, ed è rimasto un mese sul luogo. Non si è visto un leggiero abbassamento che al principio, quando il disco si ha fatto posto nel poco di melma che doveva necessariamente coprire il fondo del cavo.

(3) Egli l'aveva così calcolato: peso della fabbrica, 904 000 quintali; peso di un vascello da 110 cannoni, 40 000 quintali.

delle rotture parziali, che fecero delle vie d'acqua considerabili. Però l'opera fu condotta a fine; il bacino fu terminato; ma fu lungi dall'essere a secco, il prodotto delle filtrazioni era di 100 metri cubici all'ora, e durante venticinque anni non si potè far uso di questo bacino che adoperando cento ottanta uomini alle macchine da aggottare, per tutto il tempo che un vascello era tenuto in raddobbo nella forma, per impedir che l'acqua ne invadesse il fondo. Non fu se non quando il sig. Carron ispettore divisionario de' ponti e strade, facendo una applicazione felice e nuova a quell'epoca dell'uso della fabbrica a smalto sotto acqua, giunse ad otturare le principali vie d'acqua del bacino Groignard, che questa grande opera potè rendere i servigi che si aspettavano dal suo stabilimento.

Nello stato attuale, questo bacino presenta ancora alcune filtrazioni; ma esse sono poco considerabili, e niente imbarazzanti; il loro prodotto si raccoglie nel dietro bacino, o camera degli antichi bindoli, che forma serbatoio: l'aggottatura di un'ora al giorno mediante la tromba a fuoco che ha suppliti i bindoli verticali (4) basta per isbarazzarsi dalle acque di filtrazione e per tenere la forma a secco.

È facile del resto il comprendere le cagioni che fecero sì che il cassone dopo aver resistito al carico di pruova cedette sotto quello delle fabbriche. Quantunque l'autore del progetto abbia detto nella sua memoria che il carico di pruova sarebbe stato *situato allo stesso modo* di quello delle fabbriche, è ben difficile ad ammettersi che questa condizione essenziale fosse adempiuta nell'esecuzione, giacchè quasi la metà del milione di quintali di cui la cassa fu caricata consisteva in acqua. Di modo che i siti de' due muri di sponda dovettero ricevere un carico di gran lunga inferiore a quello che doveano più tardi soffrire sotto le fabbriche.

In secondo luogo è certo che i tramezzi trasversali che ripartivano la cassa in otto parti, e molte file longitudinali di puntelli aggiungevano molto alla unione ed alla rigidezza della stessa. Questi tramezzi e puntelli avendo dovuto successivamente sparire man mano che le fabbriche avanzavano, il legame del cassone è sparito nello stesso tempo che i pesi venivano distribuiti in modo molto ineguale sul suo fondo, e delle rotture han dovuto aver luogo.

Infine, indipendentemente da queste cause, è da notare che il carico di pruova non fu esattamente calcolato. E in fatti, questo carico fu di un milione di quintali, superiore, al dire del sig. Groignard, al peso della forma e del più gran vascello, peso calcolato da lui per 944 000 quintali. Ora la quantità d'acqua scacciata dalla cassa essendo di 600 000 quintali, il suolo non si trovava caricato in realtà durante la pruova che del peso di 400 000 quintali, mentre finito il bacino ed eseguiti i riporti per formare i terrapieni, lo spostamento d'acqua non ha più avuto effetto e l'opera ha dovuto gravitare di tutto il suo peso sul suolo imperfettamente spianato. Quindi abbassamenti ineguali che portarono lacerazioni e vie d'acqua.

Bacino n.° 2. — Un solo bacino di raddobbo essendo insufficiente nel porto di Tolone pe' bisogni ognor crescenti della marina, ed il bacino Groignard, che non che ha $6^{m}.15$ d'altezza d'acqua sulla soglia della platea alla massima marea, non essendo più capace di ricevere i vascelli di primo rango, le cui dimensioni erano aumentate durante le ultime guerre, il ministro della marina adottò in principio nel 1827, l'esecuzione di due nuovi bacini di raddobbo contigui al primo, e di un edifizio situato dietro il gruppo de' tre bacini per ricevere le trombe a vapore e diversi opificî.

Il sig. Bernard, allora ingegnere de' lavori idraulici al porto di Tolone, fu incaricato di comporre il progetto di queste opere importanti e di dirigerne l'esecuzione.

Il sig. ispettor generale Sganzin aveva indicato nel 1825 il programma seguente per fondare i bacini che si proponeva allora di stabilire fuori dell'arsenale a Castigneau.

1.° Cavare tutto lo strato melmoso e poscia nel *sáfre*, col mezzo di macchine, per ottenere una profondità d'acqua sufficiente;

2.° Immergere in questo cavo un primo strato di smalto fatto con pozzolana d'Italia di $1^{m}.50$ di spessezza;

3.° Stabilire immediatamente appresso una cassa di legno senza fondo, che presentasse tutte le garantie d'impermeabilità e di resistenza alla spinta del fluido;

4.° Compiere in seguito il masso di smalto, con un novello strato di $1^{m}.50$ di spessezza;

5.° Colmare l'intervallo compreso tra la cassa e gli orli del cavo con terra forte, affine di diminuire le probabilità d'infiltrazioni atraverso la cassa medesima;

6.° Estrar la massa d'acqua rinchiusa nella cassa e costruire infine la fabbrica del bacino come si farebbe col mezzo di una tura ordinaria.

Questo sistema di fondazione era già stato adoperato con successo, ma sopra una scala molto più piccola in molte circostanze, e tra le altre al ponte di Cahors, ma, senza parlare della differenza delle dimensioni delle opere,

(4) Questi bindoli erano al numero di 28; ciascuno era messo in moto da 16 forzati operanti sopra manubrii, che si davano il cambio ogni ora; bisognavano dunque 32 uomini per bindolo, o in tutto 896 uomini per vuotare il bacino Groignard. Queste macchine imperfettissime sono state supplite da quattro trombe mosse da due macchine della forza di 20 cavalli ciascuna, che fanno il servizio dell'aggottatura de' tre bacini e servono di motore all'opificio dei macchinisti. L'aggottatura non richiede d'ordinario che una macchina e due trombe.

deve convenire che i casi non erano comparabili, giacchè nella fondazione di una pila di ponte, lo smalto non destinato che a fare un masso, mentre che nella fondazione di un bacino, non solo lo smalto deve sostenere opera, ma deve formare uno strato impermeabile sotto na enorme pressione di acqua, e questa impermeabilità il punto difficile a raggiugnere.

Il sig. Bernard non seguì nel suo progetto il programma el sig. Sganzin. Egli lo modificò in un modo molto felice, sopprimendo del tutto la cassa di legno e sostituenovi una cassa di smalto che doveva far parte del masso e' muri del bacino, mentre dapprima faceva l' uffizio li una tura.

Un sistema analogo di fondazione era già stato messo n pratica, ma senza molto successo, alla chiusa di presa l' acqua di Uninga, e verso la stessa epoca si era anche ncominciato ad adoperare delle ture di smalto al canale lel Berry, ma queste opere non erano ancora giunte a conoscenza del sig. Bernard, e d' altra parte, la differenza nelle dimensioni non le rendeva per nulla comparabili a quella che si progettava a Tolone.

Ecco le disposizioni principali del progetto del sig. Bernard, approvato nel 1827, e messo in esecuzione immediatamente dopo l' approvazione: o piuttosto ecco le disposizioni che furono adottate da questo ingegnere nel gran lavoro affidato alla sua abilità, giacchè, come quasi sempre avviene, diverse modificazioni furono apportate nella esecuzione al primitivo progetto.

Il cavo fu eseguito su tutto lo spazio del bacino ad 11 metri di profondità sotto l' acqua, dapprima nella melma spugnosa, in seguito nel *sâfre*. Questo lavoro fu fatto penosamente e lentamente con tre vecchie macchine a ruote ed a cucchiaie, e non fu interamente terminato che alla fine del 1831. Mentre si eseguiva, si lavorava con attività alla costruzione dell'edifizio situato dietro i bacini che doveva ricevere le trombe a fuoco e le macchine per la fabbricazione della malta.

Si fece una paratia di cinta esterna del bacino in forma di un rettangolo di 30 metri di larghezza ed 85 di lunghezza, ma questa cinta fu fatta per tre soli lati in modo da lasciar libero il lato d'ingresso che dovea esser chiuso da un assito in legno, formante tura. Nel tempo stesso si stabilì su pali il palco di servizio al di fuori del recinto.

Sull' esempio delle costruzioni veneziane, si condensò tutto il suolo compreso nel recinto tanto sotto la platea che sotto i muri di sponda con un sistema generale di pali battuti ad un metro di distanza da asse ad asse, ed affondati per 4 a 5 metri sotto il peso di magli di 1 000 chilogrammi, cadenti da 5 metri di altezza. Questo lavoro, cominciato in aprile 1831, fu terminato nel dicembre seguente. Il sig. Bernard evitò la risegatura di questi pali battendoli con l' aiuto di un falso palo di 11 metri di lunghezza, armato di un manico di ferro fuso che li abbracciava per la testa.

Si fece un gettito di pietrame con lo scopo di agguagliare il suolo, di far restare nell' intervallo delle pietre la melma liquida che il lavoro delle cucchiaie avea lasciato nel fondo del cavo e di coprire le teste de' pali che potevano restare un poco sporgenti.

Si cominciò il versamento dello smalto della platea per mezzo di una grande zattera che portava sei piccole macchine a casse prismatiche, formanti un decimo di metro cubico ed operanti per rovesciamento col mezzo di cordelle. Questo smalto era composto di cinque parti di pietrame e di due parti di malta; e la malta stessa comprendeva tre parti di calce stemprata, quattro di pozzolana d' Italia e due di sabbia.

Si fece così un primo strato di un metro di spessezza, poscia un secondo strato simile, ed infine un terzo strato in modo da portare la spessezza totale della platea a 3 metri.

Mentre che questo grande lavoro di smalto, cominciato il 4 marzo 1832 e terminato il 5 giugno seguente, era condotto con attività, si terminava di preparare la grande cassa di legname destinata a formare il vuoto o, in termine di fonditori, il *nocciolo* durante l' operazione del gettito di smalto de'muri del bacino. Si preparava egualmente un forte assito di legname che doveva formar tura dal lato dell' ingresso. Questo assito che aveva 30 metri di lunghezza ed 8 di altezza, costrutto molto solidamente, era composto di due parti; l'una fissa doveva poggiare col suo piede sullo smalto ancora fresco, verso l' estremità della platea, ed appoggiarsi con gli orli della sua faccia interna contro le teste delle due lunghe file di pali contigui della paratia rettangolare: l'altra parte, occupante il mezzo dell' assito e formante porta provvisoria, aveva la forma di un trapezio: essa era destinata ad esser tolta dopo terminato il bacino, e non era riunita alla prima che abattente e mantenuta da uncini a chiavarde.

La grande cassa formante il nocciolo era stata composta di otto porzioni eguali in lunghezza, costrutte successivamente in terra e poscia gettate in mare e riunite per la estremità; essa fu portata al suo posto ed affondata sulla platea di smalto il 6 giugno 1832, il giorno dopo terminato il gettito di smalto: l' affondamento si operò lasciando introdurre liberamente l' acqua per mezzo di aperture praticate nella cassa, ed aggiugnendo 200 tonnellate di zavorra sul suo tavolato superiore. L' assito della testa era fissato verticalmente contro l' estremità di questa grande cassa e fu affondato in un sol pezzo con la medesima. Dopo l'affondamento, il piede dell' assito fu assicurato esternamente con un poco di smalto gettato all' estremità della platea.

La cassa formante nocciolo aveva 8 metri di altezza, e nella parte superiore 82 metri di lunghezza e 24 di lar-

ghezza. Dopo l' affondamento, essa lasciava per conseguenza un intervallo di 3 metri tra la sua cima e le tre linee della paratia: questo intervallo cresceva di larghezza di mano in mano che si scendeva, ed aveva 11 metri al livello della platea di smalto. Questo accrescimento risultava dacchè i fianchi della cassa invece di esser verticali erano de' quarti di cerchio di 8 metri di raggio; la parte piana del suo fondo che poggiava sulla platea non aveva che 8 metri di larghezza. Si vedranno in seguito le conseguenze dannose di questa forma circolare de' lati della cassa, forma che il sig. Bernard adottò nell' esecuzione per mettere a profitto alcuni pezzi di pino curvi, ed anche senza dubbio perchè il nocciolo del getto de' muri di sponda si approssimasse il più possibile alla forma definitiva del cavo del bacino.

Si cominciò la fabbrica a smalto de' muri di sponda alcuni giorni dopo l' affondamento della cassa, e questa fabbrica fu fatta con le stesse macchine che eran servite per quella della platea, e fu terminata alla fine di agosto 1832.

Per quanto era possibile si eseguivano i riempimenti dietro la paratia contemporaneamente al gettito dello smalto per equilibrare le spinte.

Per fare indurire lo smalto i lavori del bacino n.° 2 rimasero sospesi durante un anno. Si profittò di questa sospensione per attivare la costruzione dell' edifizio posto dietro a' bacini; si situarono i tubi di aspirazione delle trombe ed a' 2 di ottobre 1833 si tentò il vuotamento del bacino. Ma malgrado la potenza di due macchine di 20 cavalli, agenti contemporaneamente, non si potè in questo primo saggio fare abbassare l' acqua nel bacino che di $2^{m}.70$. Allorchè si fu giunto a questo livello, il prodotto delle filtrazioni teneva in equilibrio il prodotto delle trombe che era di circa 12 metri cubici a minuto.

Il sig. Bernard giudicò subito che era impossibile di lottare contro queste filtrazioni e prese immediatamente la risoluzione di suddividere l' aggottatura, facendo una tura interna di terra.

Una prima difficoltà si presentava, di togliere cioè la cassa formante nocciolo che avrebbe impedito il contatto della terra della tura con lo smalto. Il sig. Bernard trovò nel suo spirito inventore il mezzo di sbarazzarsi di questa cassa; egli stabilì una piccola macchina che faceva movere, a distanza, una sega circolare con la quale egli tagliò sotto l' acqua i correnti longitudinali e tutta la concatenazione della cassa, in modo da dividerla in molti pezzi. Impiegando in seguito talvolta la destrezza de' palombari e tal' altra la forza, egli si liberò da questa cassa, non lasciandone a posto che una quinta parte, quella che occupava la prima divisione da aggottarsi, corrispondente all' emiciclo, ed il telaio formante tura all' estremità opposta: questo telaio fu puntellato all' esterno contro la spinta della terra con una palizzata. Questa operazione di demolizione della cassa immersa fu lunga e penosa; ma senza aspettare che fosse compiuta, il sig. Bernard fece gettare della terra grassa mista di sterpi nel bacino, in modo da formare la tura ed isolare il primo quinto, che fu difeso dall' invasione di questa terra stemperata, mediante un telaio di legno appoggiato verticalmente contro la parte di cassa rimasta al suo luogo.

Al principio di agosto 1834 si potè tentare di nuovo l' estrazione dell' acqua dalla porzione isolata; questa operazione riuscì perfettamente e fu continuata con una sola delle due macchine a vapore.

Si potè allora smontare la sezione del nocciolo rimasta al suo posto, avendo cura di sostituirvi de' forti assiti per sostenere l' enorme spinta della terra della tura; e si potè infine visitare lo smalto della platea ed occuparci delle fabbriche.

L' ispezione dello stato dello smalto era poco rassicurante. Si era trovato il fondo della cassa-nocciolo pieno di una enorme quantità di poltiglia (*laitance*) melmosa che vi si era introdotta mentre si fabbricavano a smalto i muri di sponda, dalle giunture non calafatate del tavolato: degli scavi fatti ne' riempimenti dietro i pali della paratia aveano anche mostrato grandi ammassi di questa poltiglia ed anche di malta che si era infiltrata tra gli intervalli de' pali. Tutto indicava che lo smalto, al tempo della sua immersione avea sofferto de' dilavamenti e delle perdite che l' avean molto indebolito.

Inoltre, la forma circolore de' fianchi della cassa nocciolo aver avuto una funesta influenza sullo smalto dei muri di sponda. Siccome le piccole casse d' immersione scendevano verticalmente, lo smalto non avea potuto riempire tutto il segmento curvilineo compreso fra la verticale passante dall' orlo superiore del nocciolo e la parte piana del suo fondo, se non se scorrendo a scarpa: questa scarpa, che alla parte bassa del segmento avea avuto fino ad otto metri di estensione, non avea potuto formarsi nell' acqua senza una separazione degli elementi eterogenei dello smalto. Gli elementi più pesanti, le pietre, aveano preso una scarpa minore, gli elementi più tenui della malta, formando una poltiglia, aveano camminato più lungi: in modo che invece di aversi uno smalto bene unito, non si trovarono in questa parte de' muri di sponda che delle materie slegate senza consistenza che si dovettero sgomberare con precauzione per evitare che scoscendessero.

Lo smalto della platea come quello della parte esterna, de' muri di sponda non avea sofferta la stessa alterazione, non essendo stato sottoposto alle stesse cause di decomposizione: esso avea fatto lega, ma la poltiglia che era stata rinchiusa nella sua massa, lo rendeva poroso e per conseguenza permeabile.

Come si può bene immaginare, con questo stato di cose, l' aggottatura richiedeva un lavoro quasi continuo:

allorchè s' interrompeva, l' acqua rimontava di 8 centimetri all'ora; si cessava l' azione delle trombe la sera, ma bisognava riprenderla nella notte perchè nel mattino gli operai trovassero il cantiere a secco: nell' intervallo l'acqua si elevava per un medio a 3^{m}.60 sul fondo. La macchina era spesso guastata, le caldaie erano cattive e non fornivano abbastanza vapore; l' acqua carica di melma vi formava abbondanti depositi, che rendevan necessarî frequenti nettamenti. Questa melma s'introduceva dal condensatore fino nella macchina; bisognava interromperne il lavoro per visitarla, nettarla, ripararla.

Dopo aver sormontate queste contrarietà, l'abile ingegnere che dirigeva que' lavori ebbe a lottare, giorno per giorno contro difficoltà più gravi che doveano dargli vive apprensioni sulla riuscita definitiva dell'opera. Ma egli giunse alfine, facendo retrocedere successivamente dal lato della porta la sua tura di terra smossa, e puntellandola con cura dal lato opposto, a vincere a piede a piede gli ostacoli ed a condurre a buon termine questa grande intrapresa. Ecco come il sig. Bernard descrive egli stesso le operazioni difficili che dovette dirigere per eseguire i rivestimenti in fabbrica.

» Lo smalto della platea fu messo a nudo, se ne tolsero le parti dilavate e senza legame che si trovavano » al piede de' muri di sponda, e si procedè come segue » a stabilire il rivestimento interno. Due canaletti longi- » tudinali furon fatti presso i muri di sponda; tutte le » acque vi si riunivano con una pendenza naturale, giac- » chè, come si è già detto, lo smalto erasi abbassato in vi- » cinanza di quei muri. Queste acque erano elevate ad » 1^{m}.50 di altezza da una forte vite di Archimede mossa » da un meccanismo a cavalli, ed eran portate ne' tubi » di aspirazione delle trombe a vapore. Sul fondo dove » l' acqua filtrava da tutte le parti, si stabilì un pavi- » mento di mattoni di 0^{m}.30 di larghezza, posti con ce- » mento di Pouilly, formante de'piccoli canaletti trasver- » sali, che mettevan capo a' due canali longitudinali fatti » al piede de' muri di sponda, e vi conducevano tutte le » acque. Su questo primo pavimento a canaletti se ne sta- » bilì un altro piano, di due o tre mattoni di spessezza, e » questo primo strato di rivestimento formante una gros- » sezza di 15 a 20 centimetri fu abbandonato per quin- » dici giorni alla pressione dell' acqua, sospendendone l'e- » strazione e lasciandola rimontare fino al livello del ma- » re; si aggiunse anche un carico addizionale ponendo » della zavorra sul pavimento. Dopo i quindici giorni di » pruova si estrasse l' acqua, si mise a nudo la fabbrica » e si osservò che essa avea sofferto de' cedimenti ine- » guali di molti centimetri e che delle fenditure longitu- » dinali e trasversali eransi disegnate sulla sua superficie. » I mattoni furon tolti con precauzione lungo queste fen- » diture, per tutta la loro profondità e suppliti con altri » messi bene a contatto con cemento fresco. Due o tre » filari nuovi furono posti in modo da rendere il piano » perfettamente orizzontale. Si lasciarono risalire per una » seconda volta le acque, e dopo quindici giorni si tol- » sero di nuovo; vi erano de' nuovi cedimenti ma molto » minori che la prima volta: le fenditure del pavimento » erano a pena sensibili. Si fecero novelli risarcimenti, » un terzo ripianamento con mattoni e cemento di Pouilly, » e si fecero risalire per la terza volta le acque. Dopo » i quindici giorni di riposo e l' aggottatura che seguì, » si riconobbero appena alcuni cedimenti; nessuna fen- » ditura era apparsa. Il masso di mattoni e cemento di » Pouilly aveva allora 0^{m}.55 di spessezza. Si stabilì al » di sopra il lastricato della cunetta in pietra di taglio, » continuandone il piano ne'lati con buona fabbrica di pietra » e malta con pozzolana. Questo lavoro fu eseguito molto » lentamente, perchè si potessero riconoscere i menomi » movimenti, se aveano luogo, e fare all' occorrenza un » risarcimento; ciò che avvenne una sola volta alla quarta » delle cinque porzioni che furono successivamente intra- » prese, l'insieme delle quali forma l' intero rivestimento » del bacino. I cedimenti di questa porzione furono molto » più considerabili di quelli delle precedenti: la loro » somma totale fu in alcuni punti di circa 0^{m}.15; bi- » sognarono sei mesi di pruove, di carichi e di risarci- » menti parziali per raggiungerne il termine. »

Il sig. Bernard ha dato una spiegazione molto chiara della permeabilità dello smalto della platea e di questi singolari effetti di cedimento che si producevano sotto il peso dell'acqua, allorchè si lasciava rimontare nel bacino al suo livello naturale, dopo averla estratta per qualche tempo, mentre questo stesso carico non avea precedentemente prodotti gli stessi cedimenti.

» Non si può supporre, dice egli nel suo rapporto, che » una platea di smalto il cui volume oltrepassa 7 000 metri » cubici possa formare una massa perfettamente omoge- » nea. Il gettito dello smalto dura molti mesi e viene in- » terrotto ogni notte. Le parti tolte dalla malta per l'a- » gitazione dell' acqua nell' istante del rovesciamento delle » casse, e che rimangono in sospensione durante il giorno, » si depongono nella notte, sotto la forma di poltiglia » nelle piccole cavità che presenta sempre la superficie » degli strati versati precedentemente. Questa poltiglia è » spesso inviluppata interamente dallo smalto che vi si » versa al di sopra; essa rimane senza uscita e forma » come de' letti di una sostanza molle, contenuti in una » sostanza che può acquistare grande durezza se nulla » si oppone alla sua consolidazione. Ma se si carica ine- » gualmente questa massa allorchè, avendo appena fatto » presa, essa non presenta che una debole resistenza, e » se il suolo inferiore non è assolutamente incompressi- » bile, essa si spezza, si disunisce, si disgrega. In que- » sto stato, le sue parti possono ancora acquistare du- » rezza; ma la massa non è più impermeabile all'acqua,

» e se si vuole aggottare l'interno del vaso che essa forma, » delle filtrazioni han luogo da ogni parte »

» Quale deve esser l'effetto di queste filtrazioni ? »

» Questo effetto sarà di portar via tutte le sostanze » molli, tutte le parti molto divise che si trovano sul » loro passaggio. I letti di poltiglia frapposti nello smal- » to, debbono dunque essere vuotati per questo effetto. » Se si carica lo smalto quando quest' azione si è eser- » citata per qualche tempo, è naturale di pensare che » esso non sarà incompressibile, e che le sue parti ten- » deranno a ravvicinarsi tanto più, per effetto di una forte » pressione, per quanto più abbondanti saranno state le fil- » trazioni o per quanta maggior quantità di materia avran » portata via. Tutto fa credere doversi attribuire a que- » sta causa la ineguale compressibilità dello smalto in tutta » l'estensione della platea del bacino. »

Ecco come il sig. Bernard ha descritto un poco dopo il processo che egli ha seguito per sormontare le filtrazioni nella costruzione de'muri di sponda :

» Allorchè in ogni parte la fabbrica della platea era giunta » al livello del fondo della cunetta, e che i cedimenti eran » cessati, le filtrazioni erano già molto diminuite per ef- » fetto della compressione, ed i piccoli canaletti trasver- » sali erano in parte colmati da concrezioni calcari. Ciò » nondimeno essi versavano ancora l'acqua ne' due canali » longitudinali. Questi due canali furono ricoperti da » due piccole volte poggianti in risalto da'muri ed interrotte » regolarmente da aperture quadrate di $0^{m}.50$ di lato, po- » ste alla distanza di $0^{m}.50$ da mezzo a mezzo. Man mano » che il rivestimento si elevava, queste aperture si eleva- » vano pure, e quando quello giunse al livello delle più alte » acque, esse formavano due file di pozzetti corrispondenti » alle piccole gallerie del fondo. Quando il lavoro era giunto » a questo punto, si chiudeva, con due turaccioli l'uscita » di queste gallerie, si lasciavano rimontare le acque » alla loro altezza naturale, in tutta la parte del bacino » terminata, e si colmavano i pozzi con malta idraulica e » smalto fino, versati con cura per mezzo di piccolissime » casse che non si rovesciavano se non quando erano giunte » al fondo. I primi strati per circa 2 metri di altezza erano » di malta pura nella quale si gettava di tempo in tempo » un masso di pietra grossolanamente rotondato : questi » massi agivano come stantuffi e facevano penetrare la » malta nelle minime aperture. Nelle parti superiori dei » pozzi si adoperava solo dello smalto molto grasso; quando » questo era giunto al disopra del livello dell' acqua, ve- » niva coperto da un turacciolo di pietra di una grandezza » un poco minore di quella del pozzo, e si caricava que- » sto turacciolo con zavorra di ferro. Dopo un riposo di » quindici giorni, si toglieva l'acqua e le filtrazioni erano » arrestate nella parte rivestita. Una piccolissima quan- » tità di acqua scorreva ancora dall' estremità di questa » parte e si univa alle filtrazioni della parte seguente, » della quale si facevano i rivestimenti adoperando esat- » tamente gli stessi procedimenti. »

Fu così che si giunse a terminare questa gran costruzione che un ingegnere di minori talenti e perseveranza avrebbe potuto disperare di condurre a buon fine.

Allorchè il rivestimento fu giunto fino alla seconda scanalatura del battello - porta, si tolse la parte mobile dell'assito formante la testa del nocciolo; si situò nella prima scanalatura un telaio di legname solidamente puntellato per tener luogo di porta. Si introdusse l' acqua nel bacino per mezzo di sportelli fatti in questo telaio; si cavò con cucchiaie ciò che rimaneva della terra della tura tra le due estremità de'muri di sponda, e si compirono queste estremità ed il prolungamento della soglia per mezzo di una fabbrica di smalto che fu eseguita con una precisione perfetta, ed il cui successo è stato completo.

La durata di questa ultima operazione è stata di 7 mesi, durante i quali l'interno del bacino è stato continuamente pieno d'acqua. Verso la fine di questo tempo si mostravano alcuni indizî di cedimento sulla corona de'muri di sponda, si vedevano delle disgiunzioni nelle fabbriche, principalmente nelle commessure di accordo delle parti rivestite ad epoche differenti. Si fece aggottare il bacino per riconoscere precisamente lo stato delle cose. Ecco i principali risultamenti notati dal sig. Bernard :

Nella prima parte rivestita, corrispondente all' emiciclo, vi erano pochissimi indizî di cedimento. In tutto il resto del bacino, le sezioni trasversali della platea, dapprima orizzontali, si erano leggermente abbassate verso i muri di sponda; la massima differenza di livello era di 35 millimetri. I muri di sponda avevano conservata la loro scarpa. Una fenditura parallela all' asse longitudinale si estendeva in modo continuo nel lastricato della platea, a $0^{m}.90$ da quest' asse, e dava luogo a filtrazioni che ricomparivano sopra un altro punto ogni qual volta si valevano fare sparire calafatandole. Un' altra fenditura longitudinale, che si confondeva con una commessura orizzontale, si trovava al fondo della cunetta, ed una lama d' acqua continua si era aperto un passaggio attraverso di essa. Altre filtrazioni meno considerabili passavano a traverso di varie commessure del rivestimento de' muri di sponda. Un fenditura trasversale di 2 a 4 millimetri di larghezza si era, in oltre, aperta verso la metà della lunghezza del bacino, nel punto di accordo delle due parti del rivestimento; essa dava luogo ad un debole scolo d' acqua. Nelle altre parti del rivestimento non vi erano che trasudamenti. Il prodotto di queste filtrazioni riunite era per ogni ora di circa 16 metri cubici d' acqua, provenienti per la più gran parte dalla fenditura longitudinali al fondo della cunetta.

Tutti questi movimenti indicavano in modo evidente che cedimenti ineguali avevano avuto luogo sotto carichi inegualmente distribuiti sulla platea di smalto, che i ri-

vestimenti de'muri di sponda pesando molto più di quelli della platea avean ceduto di più e cagionato questa rottura longitudinale nella parte della platea già indebolita per la cunetta.

Del resto, questo stato, lungi dall'essersi aggravato, si è migliorato; de' leggieri indizî di cedimento hanno ancora avuto luogo per molti anni; ma le filtrazioni sono diminuite per l' effetto delle concrezioni calcari nelle commessure che si erano aperte; quelle de'muri di sponda son quasi interamente sparite. La fenditura longitudinale del fondo della cunetta continua solo a dare acqua in quantità quasi costante. Ma siccome questa cunetta è destinata appunto a raccogliere le acque di filtrazione del bacino e della porta ed a condurle a'pozzi dove scendono i tubi di aspirazione delle trombe, così l'acqua che vi arriva non imbarazza per nulla il servizio del bacino. È necessario soltanto di non lasciarla accumulare, giacchè essa coprirebbe tosto il fondo del bacino. Per ottenere questo risultamento è bastato stabilire una piccola tromba messa in moto dall'albero animatore dell'opificio de'macchinisti, il giuoco continuo della quale libera il bacino dal prodotto delle sue filtrazioni senza alcun imbarazzo pel servizio e senza spesa.

Le grandi trombe non agiscono se non quando, dopo aver introdotto un bastimento, si vuole aggottare il bacino, e circa un' ora ogni mattina per togliere il prodotto delle filtrazioni della notte.

Questa grande opera rende da undici anni tutti i servigi che se ne attendevano.

La descrizione che abbiamo data, alquanto particolarizzata, de' procedimenti adoperati per sormontare le enormi difficoltà incontrate nell' esecuzione del bacino n.° 2, potrà essere, al meno, tanto utile agl'ingegneri quanto quella de' lavori la cui riuscita è immediata; non isfuggirà ad alcuno che questi ingegnosi procedimenti sono stati di pochissimo costo: il solo inconveniente risultante dagli accidenti sopravvenuti è dunque stato un ritardo nell'uso del bacino. Non si ha sempre la stessa fortuna nella esecuzione delle grandi opere idrauliche.

Bacino n.° 3. — La costruzione de' due nuovi bacini di raddobbo era era stata decisa nel 1827 ed il progetto compilato in quell' epoca dal sig. Bernard avea compresi i due bacini. I lavori di nettamento nel sito bacino n.° 3 ed una parte della palafitta di cinta erano stati pure cominciati durante la costruzione del bacino n.° 2.

Gli accidenti avvenuti mentre si eseguiva questo secondo bacino fecero rimettere in quistione il sistema a seguirsi nell' esecuzione del terzo. Intanto essendo stato il sig. Raffeneau de Lile ispettore divisionario di Ponti e strade, spedito in missione speciale nel 1831 per visitare i lavori marittimi di Tolone, un rapporto di costui ed il parere del consiglio de' lavori della marina di cui il sig. Bernard, divenuto ispettore generale de' lavori marittimi facea allora parte, determinarono il ministro della marina ad ordinare il 19 luglio 1839 che il sistema a smalto usato nella costruzione del bacino n.° 2. fosse egualmente adoperato pel bacino n.° 3 salvo alcune modificazioni che possono così riepilogarsi:

Sopprimere, come inutile, la palificata generale nel suolo;

Immergere lo smalto della platea con una sola operazione per tutta la spessezza dello strato;

Caricare lo smalto del fondo mediante un peso addizionale tale che il carico su tutta l' estensione della piattaforma fosse dovunque lo stesso durante l' operazione del gettito dello smalto dei muri di sponda.

Le dimensioni principali furono fissate dal ministro nel modo seguente: lunghezza interna 85 metri; larghezza della entrata al livello delle rive murate 17 metri; altezza dell'acque sulla soglia al massimo della marea 8 metri (5).

Essendo io stato incaricato di compilare il progetto di esecuzione di questo nuovo bacino sulle esposte basi, il mio primo studio fu di fare una serie di esperienze comparative sulle materie proprie alla fabbricazione delle malte idrauliche al porto di Tolone. Io feci del pari molti saggi nello scopo di riconoscere il miglior modo da adottare nell' immersione dello smalto par evitare il suo dilavamento e la formazione della poltiglia.

Intanto i lavori di profondamento nel sito del nuovo bacino furono continuati senza interruzione ed erano quasi al termine alla fine del 1841; la profondità del cavo fatto nel *safre* variava da 13 a 14 metri. Con una sì grande profondità e con cattive macchine a cucchiaie, non era stato possibile ottenere uno spianamento meno imperfetto.

Si era pure lavorato per tutto l' anno 1841 a radunare nel fondo del cavo che si trovava così fatto da 6 a 7 metri al di sotto del fondo del porto, tutto il fango che vi si era accumulato per l'operazione delle cucchiaie. A tale oggetto si facean procedere sul fondo di questo cavo de'cesti di ferro che si moveano con delle grue situate sopra un pontone.

Questa operazione che vedesi disegnata nelle tavole IV e V è stata continuata senza interruzione anche durante

---

(5) La dimensione in lunghezza è stata aumentata nell'esecuzione per permettere l' introduzione nel bacino delle grandi fregate a vapore di 500 cavalli che sono più lunghe de' vascelli a tre ponti.

Si è del pari aumentata la larghezza della entrata con un grande incavo nella parte superiore per potervi fare entrare i battelli a vapori a ruote senza smontarle.

Le dimensioni fissate per l' altezza furono esattamente ritenute. Le altezze d' acqua sulla soglia de' tre bacini di Tolone sono dunque al massimo delle maree m.6 15, m.6 55 ed 8 metri.

Le differenze tra le più alte e le più basse mare e sono a Tolone di m.0, 90: esse sono determinate da' venti di mare o di terra. Raramente si perviene a' limiti estremi di altezza.

l' immersione dello smalto della platea: essa ha tratto dal fondo del cavo una quantità enorme di melma.

Si era anche reso utile il tempo impiegato per le esperienze per lavorare alle impalcature de' ponti di servizio ed alla paratia di recinto. I pali ch' erano stati già battuti nel 1834 e 1835 durante le costruzione del bacino n.° 2 erano state distrutti da' vermi di mare: fu d' uopo supplirli tutti.

Le esperienze fatte nello scopo di fissare la composizione della malta, mi aveano indotto alle seguenti deduzioni esposte nel progetto compilato al principio del 1842.

» 1.° Le malte fatte con pozzolana d' Italia e calce ordinaria hanno costantemente una grande superiorità, specialmente sotto il rapporto del rapido indurimento, sopra quelle che son fatte con sabbia e calce idraulica sia del paese sia anche dell' Ardèche. »

» 2.° Le malte fatte con pozzolana d'Italia e calce grassa, offrono una resistenza quasi uguale a quella delle malte fatte con questa pozzolana e con la calce idraulica.»

» L'uso della calce idraulica combinata con le materie pozzolaniche non presenta vantaggio, se non quando queste materie sono poco energiche, come il cemento di mattoni e certe pozzolane sia naturali sia artefatte: ma l'energia della pozzolana di Italia è tale che fa interamente sparire l' influenza idraulica della calce. »

» 3.° L' addizione della sabbia alle pozzolane diminuisce di molto la celerità della presa e la durata del composto; ed inoltre questi cementi al termine di un certo tempo van soggetti ad una specie di disgregamento spontaneo. La miscela della sabbia deve esser dunque proscritta malgrado l' economia che dà (6). »

» 4.° Le proporzioni della calce e della pozzolana possono variare fra limiti molto estesi senza che la qualità della malta ne risenta; però la proporzione ritenuta dall'uso di due parti di pozzolana per una parte di calce spenta in pasta è quella che sembra dare i migliori risultati. »

» 5.° Una seconda triturazione della malta, ventiquattro ore dopo la fabbricazione, non le dà una qualità migliore; e le malte così preparate non lasciano meno facilmente dopo l' immersione quelle specie di poltiglia melmosa tanto dannevole nella fabbrica a smalto. »

» 6.° La finezza della pozzolana ha una influenza significante sulla qualità delle malte e per conseguenza la pozzolana stacciata o per meglio dire passata per crivello debbe sola essere adoperata. »

» 7.° La conclusione generale di queste esperienze è che l' energia della pozzolana d' Italia come materia idraulica è tale che fa sparire tutte le circostanze che hanno influenza con altre materie meno energiche; di modo che tutte le malte fatte con questa pozzolana pura possono considerarsi ottime qualunque ne sia la proporzione ed anche se la finezza della pozzolana non è portata al massimo grado. Si può aggiungere che con la pozzolana d' Italia è difficile che si abbia una cattiva malta (7). »

In conseguenza fu deciso che la malta da usarsi nella composizione dello smalto sarebbe composta di due parti di pozzolana d' Italia passata per crivello e di una parte di calce grassa in pasta.

Lo stesso smalto fu composto di tre parti di pietrame calcare rotto e di due parti di malta. Il mescuglio si facea semplicemente con le pale in piccoli cumoli di circa un decimo di metro cubo: quattro uomini muniti di pale

(6) Queste esperienze eran fatte nell' acqua di mare. La disgregazione che si osservò allora in alcune malte, e specialmente in quelle fatte con la pozzolana artefatta di Algeri, avendo richiamato la mia attenzione, io comunicai tal fatto al sig. Vicat e gli inviai diversi pezzi delle malte che avean sofferto questa specie di malattia. In seguito delle analisi ch' egli da parte sua replicò, questo dotto ingegnere dette la spiegazione della decomposizione chimica di alcune malte nell' acqua di mare.

(7) Quantunque questi saggi fatti nel 1840 e 1841 sieno stati molto estesi e continuati per alcune malte fino a' sei anni, questa continuazione di esperienze non ha modificato i risultati riferiti di sopra, e di cui alcuni sono stati pubblicati dal sig. Vicat nell'opera intitolata *Nouvelles études sur les pouzzolanes artificielles*, nel 1846.

Io aggiungerò nondimeno che le malte composta di sabbia e di calce idraulica dell' Ardèche, quantunque non eguali a quelle di pozzolana d' Italia, acquistano col tempo una durezza tale che offrono tutte le guarentigie per le opere idrauliche le più importanti, e l' economia che ne risulta è considerabile. A Tolone il prezzo di questa malta è di 20 franchi il metro cubo, mentre quello della malta di pozzolana è di 40 franchi.

Epperò ne' lavori marittimi di questo porto non si usa che ben poca pozzolana; e vi si sostituisce la calce del Theil trasportata in pietre e cotta sul luogo. Io l' ho fatta pure adottare per tutti i lavori idraulici del Porto-Vendres, anche per la formazione de'massi delle scogliere del molo di riparo. La malta di calce del Theil è pure molto buona, ed ha abbastanza coesione perchè nella formazione di questi massi l'ingegnere possa senza inconvenienti per la solidità e con gran vantaggio di economia sostituire la fabbrica di pietre allo smalto. Questi massi sono semplicemente de' cubi di 12 a 15 metri di fabbrica ordinaria di pietre fatta con cemento di calce e sabbia. Essi non costano sul cantiere di fabbricazione del Porto-Vendres che franchi 11.6 il metro cubo e resistono molto bene all'urto della immersione ed all' azione delle grosse maree.

Io non ho mai veduto che i cementi di calce del Theil fossero attaccati dall' azione chimica dell' acqua di mare, eccetto in alcune esperienze estreme fatte, nelle quali la proporzione della calce era evidentemente troppo debole.

Aggiungerò che mi sembra che ora alcuni ingegneri hanno un timore esagerato di questa decomposizione chimica, per tanto tempo non osservata.

mpastavano le materie dopo averle mischiate, rivoltandole molte volte e quindi disponendole a grandi mucchi. Dopo diversi saggi questo metodo ch'è il più semplice è stato trovato preferibile a tutti gli altri. È quello che era stato seguito dal sig. Bernard.

La triturazione della malta dovea, secondo il progetto, eseguirsi in mastelli circolari col mezzo di forti ruote mosse da cavalli. Questo procedimento ch'era stato seguito dal sig. Bernard nella costruzione del bacino n.° 2 ha certamente il vantaggio di triturare perfettamente i granelli di pozzolana e le parti grosse della calce e di trasformare il mescuglio di queste materie in una vera pasta. Ma essendo mancato lo spazio presso il cantiere del bacino n.° 3 per istabilirvi le macchine, io fui obbligato di sostituirvi delle botti da malta. L'esperienza ha dimostrato che il mescuglio che esse operano, quantunque meno perfetto di quello delle macchine a ruote, è sufficiente per produrre una buona malta. Queste botti introdotte in uso da molto tempo ne'lavori di Tolone dal sig. Bernard sono disegnate nella tavola VIII. Il loro meccanismo è composto di due croci di ferro fermate alla botte, e di due altre fissate all'asse e giranti con esso: le une e le altre sono munite di denti disposti in modo che quelli delle croci mobili passano negl'intervalli di quelli delle croci fisse. Le materie sono messe in proporzione e gettate subito nella botte; una piccola porta situata al basso, permette di estrarne la malta man mano che è fatta. Una disposizione che rende questi apparecchi molto comodi in un sito ristretto, consiste nell'elevare gli uomini che li mettono in moto sopra un tavolato superiore; giacchè allora le vicinanze della botte sono libere ed il servizio ne è facile. Questi uomini al numero di 8 per ciascuna botte si davano il cambio ogni mezz'ora, in modo che la fabbricazione della malta era continua. Ogni botte ne faceva 15 metri cubici al giorno (8).

Le casse d'immersione alle quali io fui indotto a dar la preferenza dopo numerosi tentativi, sono rappresentati nella tav. VII (9). Esse contengono un metro cubico e sono di lamiera rinforzata da cantoniere; i loro sportelli inferiori si aprono a cerniera per effetto di una leva all'estremo della quale agisce una catenella sulla quale la mano di un operaio fa uno sforzo di tensione quando si vuol vuotare la cassa. Questa leva fa muovere due chiavistelli a forchette che agiscono su' risalti fissati a' due estremi degli sportelli: affinchè il movimento di questi due chiavistelli sia contemporaneo, la leva sulla quale agisce la catena è ligata ad un asse di rotazione che all'altra estremità della cassa porta un gomito che fa muover l'altro chiavistello. Nella discesa la cassa è facilmente condotta da un sol uomo situato al freno: i quattro uomini situati a' manubrî non debbono fare che uno sforzo simultaneo di ascensione all'origine del movimento per permettere di togliere lo scatto della ruota a rocchetto: non debbono in seguito che accompagnare i manubrî e poi agire sopra di essi per far risalire la cassa allorchè è vuotata.

Queste casse mi son perfettamente riuscite; esse non hanno dato luogo al minimo accidente: non mai gli sportelli sonosi aperti contro tempo. Si faceva scendere dolcemente la cassa sinchè si sentiva che essa toccava il fondo. Allora si rialzava per circa 15 centimetri, per lasciar campo al gioco degli sportelli, si aprivano questi e si risaliva la cassa vuota (10).

A ciascuna cassa era annesso un opificio per la fabbricazione dello smalto, al quale andava pure unita una botte da malta. Questa distribuzione di servizio era necessaria per mettere ordine in un cantiere che teneva occupati mille uomini in uno spazio molto ristretto.

Le casse d'immersione in numero di otto, furono situate sopra una grande zattera che presentava da 4 in 4 metri de' tagli nel senso trasversale del bacino pel pas-

---

(8) Gli uomini impiegati a questo servizio erano dei condannati: operai liberi darebbero prodotti più considerabili.

(9) La quistione di conoscere se, nelle operazioni della fabbrica di smalto, si debbano preferire le casse o le tramogge ha lungo tempo occupati gl'ingegneri; e gli Annali de' Ponti e Strade del 1832 (1.° e 6.° fascicolo) contengono su questo soggetto varî articoli molto interessanti. Oggi la quistione pare ben risoluta: quando si tratta di forti spessezze, il gettito deve esser fatto con casse; e l'uso delle tramogge deve esser riservato pel caso in cui non si tratti che di fare un ripianamento di una piccola spessezza. In fatti se lo strato da formare è spesso, lo smalto al sortir dalla tramoggia prende una scarpa allungata, ed in questo movimento sotto l'acqua si scompone inevitabilmente.

Il sig. Bernard, secondo il suo progetto del bacino n.° 2, aveva avuto intenzione di adoperare un sistema di dieci tramogge occupanti tutta la larghezza della platea, e formanti uno strato regolare di 3 metri di spessezza. Dopo un primo saggio egli ha interamente rinunciato alle tramogge e vi ha sostituito piccole casse come abbiamo detto.

Nella costruzione degli scali avanzati a Tolone noi facciamo il masso di smalto con casse. Si conforma per quanto è possibile la superficie di questo masso ad un piano inclinato che passa per 15 o 20 centimetri al di sotto dello scalo. Lo strato superiore di 15 o 20 centimetri si fa in seguito, col mezzo di una tramoggia cilindrica di 50 centimetri di diametro, alla quale si fa percorrere tutta la superficie dello scalo avanzato e che forma uno spianamento perfetto.

(10) Queste stesse casse sono state imprestate dal governo francese al governo sardo, per la costruzione di un bacino di raddobbo a Genova: il colonnello del genio Sauli mi scrive che ne è soddisfattissimo.

Esse han servito pure di modello per le casse d'immersione che il sig. Mougel ha fatto costruire a Tolone per le chiuse del Nilo.

saggio delle casse d'immersione: queste casse poggiate sopra rotelle, potevano così percorrere tutta la larghezza di 30 000 metri compresa tra le due linee del recinto. Questa disposizione è indicata in pianta ed in sezione nelle tavole IV e V, che ci esentano da una più lunga descrizione.

Prima di cominciare la fabbrica di smalto, io ebbi cura di fissare una forte tela da vele contro la faccia interna della paratia di cinta per evitare l'uscita della malta. Si cominciò ad inchiodar questa tela per mezzo di una campana da palombaro rettangolare; ma bentosto gli uomini che facevano questo lavoro preferirono di farlo tuffando nell'acqua ed abbandonarono la campana.

Tutte queste disposizioni essendo fatte e terminati gli ammannimenti, la fabbrica a smalto della piattaforma della platea fu cominciata il 15 maggio 1843. Ecco come si procedè a questa importante operazione rappresentata nelle tav. IV e V.

Si cominciò dal deporre un primo strato trasversale di smalto con la cassa n.° 1: si fece deporre dalla stessa cassa una seconda linea trasversale contigua alla prima; poi una terza; poi una quarta. Si fece retrocedere la zattera al suo punto di partenza, si fecero fare dalle casse n.° 1 e n.° 2 simultaneamente due linee trasversali, l'una delle quali si trovò soprapposta a quella del punto di partenza, e l'altra formò la quinta linea di fondo. Si fecero fare ancora quattro passi innanzi alla zattera; fu poi riportata al punto di partenza e si fecero camminare simultaneamente le casse n.° 1, n.° 2 e n.° 3.

Si continuò così a fare avanzare a retrocedere la zattera finchè le otto casse furono messe in cammino. In questo momento la cassa n.° 1 si trovava al punto di partenza e vi soprapponeva il suo ottavo gradino, la cassa n.° 2 formava al tempo stesso 4 metri più in là il settimo gradino; la cassa n.° 3 il sesto, e così di seguito; l'ottava deponeva sul suolo inferiore la prima linea trasversale o primo gradino a 28 metri dal punto di partenza (11).

Una volta messo in cammino tutto il sistema delle otto casse, la zattera non dovè far più movimenti retrogradi; essa fece ciascun giorno un passo innanzi. Ciascuna cassa faceva la sua linea trasversale in ventidue stazioni; questo era il suo compito giornaliero; di modo che quando le otto casse furono in attività si immergevano ogni giorno 176 metri cubici di smalto. Intanto si sono sovente immersi fino a 200 metri cubici al giorno, giacchè si aumentava il numero delle stazioni nelle linee trasversali quando si operava sopra punti dove, per la ineguaglianza del suolo inferiore, abbisognava una spessezza maggiore di smalto.

La soprapposizione degli otto strati o gradini formava la spessezza totale della piattaforma. Io mi servo della parola *gradini* per meglio esprimere il modo di formazione del masso; ma lo smalto allo stato molle si deprimeva necessariamente al momento della immersione ed il profilo della testa della piattaforma, in vece di rappresentare una scalinata di otto gradini, formava in realtà, come lo rappresenta la tav. IV, una scarpa avente per base la distanza tra le due casse estreme, 28 metri, e per altezza la spessezza del masso, la quale variava da 3 a 4 metri, secondo che il suolo era stato scavato più o meno profondamente. Questa scarpa era abbastanza allungata perchè non vi fosse scoscendimento dello smalto, quando era versato dalle casse, cosa molto importante, giacchè si deve far tutto per evitare il movimento dello smalto molle nell'acqua, essendovi necessariamente in questo movimento separazione de' suoi elementi.

La quantità della quale la zattera avanzava ogni giorno era per medio di 1 metro. Intanto si accorciava un poco la lunghezza di questo passo, quando si scorgeva che a causa dell'ineguaglianza del suolo inferiore l'avanzamento di 1 metro non produceva tutta la spessezza della piattaforma.

Col mezzo di uno scandaglio, si esaminava costantemente l'altezza del piano superiore, e si regolava in conseguenza sia l'avanzamento della zattera, sia il maggiore o minore empimento della cassa n.° 1. È avvenuto talvolta che sette gradini formando tutta la spessezza necessaria, non si faceva operare questa cassa n.° 1.

Si cercava così di approssimarsi al piano orizzontale situato a 7^{m}.40 di profondità. Una piccolissima berta armata di una mazzeranga e situata nella parte posteriore della zattera serviva a comprimere dolcemente le parti sporgenti in modo da preparare lo spianamento della platea; ma siccome era impossibile di ottenere in una prima volta questo spianamento perfetto, si situavano sopra una piccola zattera isolata che seguiva la grande, talora una cassa di un mezzo metro cubico, o anche alcune volte una piccola cassa di un quinto di metro, talvola una berta il cui maglio batteva sopra una mazzeranga portante un disco alla base. Se lo smalto era già indurito, si sostituiva talvolta alla mazzeranga un forte scarpello.

Scorrendo con lo scandaglio alla mano e adoperando al bisogno sia le piccole casse per rialzare le parti basse, sia la mazzeranga, o anche lo scarpello, per ripianare le parti troppo elevate, si è giunto ad ottenere uno spianamento molto soddisfacente della platea.

Nelle fabbriche di smalto non basta di prendere grandi

(11) Gli angoli tagliati della paratia furono un imbarazzo per l'operazione nella parte della platea corrispondente: giacchè bisognava alternativamente allargare e restringere la zattera. Sarebbe stato preferibile di lasciare alla paratia una forma interamente rettangolare, sopprimendo il taglio degli angoli che era stato fatto col solo scopo di risparmiare un poco di smalto.

recauzioni per impedirne il dilavamento ; è d'uopo ancora sbarazzarsi dalla poltiglia che si forma , nelle operazioni meglio condotte, e per quanto si faccia, in quantità enorme. Se questa materia inerte resta frapposta nel masso, non si ha che uno smalto poroso e per conseguenza permeabile , risultamento che può non presentare inconvenienti , quando non si tratta che di formare un masso di fondazione , ma che non soddisferà mai allo scopo se si tratta di fare delle piattaforme o delle ture a stagno (12).

Il sig. Néhou ha adoperato con successo, al porto di Calais, per isbarazzarsi dalla poltiglia, delle cucchiaie o coppe di lamiera, armate di lunghi manichi. Ma a grandi profondità , a 14 metri , simili apparecchi sono poco maneggevoli e presentano l' inconveniente, agitando l'acqua, di disperdere la poltiglia ed anche di aumentare le cause della sua formazione.

Io vi ho sostituito un mezzo che mi è perfettamente riuscito e che consiglierei sempre in simili casi , cioè l' aspirazione della poltiglia con piccole trombe *Letestu* (13) munite di manichi in cuoio , di 16 a 18 metri di lunghezza. Esse erano situate sulla zattera stessa nella sua parte anteriore (vedi le tavole IV e V per la disposizione generale, e la tav. IX pe' particolari della tromba). L' estremità inferiore del manico aspirante sospesa ad una corda era continuamente portata lungo il piede della scarpa ed un poco innanzi : tutta la poltiglia formata dal lavoro delle otto casse, scorrendo sulla scarpa, si portava al suo piede ed era aspirata dalle trombe senza la minima agitazione dell'acqua. Allorchè si scorgeva che non si assorbiva che acqua chiara , l'uomo che teneva il manico sospeso , lo rimoveva dolcemente e , senza arrestare il giuoco della tromba, cercava gli ammassi di poltiglia. Due di queste piccole trombe, mosse ciascuna da due uomini, hanno sempre bastato per questa operazione, e spesso una sola è stata adoperata. Le acque assorbite erano ricevute in un condotto di legno e rigettate fuori della paratia : esse formavano un ruscello continuo di una poltiglia più o meno densa , che aveva spesso la consistenza e l' aspetto di latte e cioccolatte. Confesso che io era talvolta spaventato vedendo l' enorme quantità di elementi che erano così sottratti allo smalto ; ma mi rassicurava pensando che questa materia inerte era già separata, e che la sua presenza non poteva esser che molto nociva. L'esperienza ha dimostrato che il toglierla aveva dato i migliori risultamenti , e lo smalto non è apparso per nulla smagrito.

Una parte della poltiglia che si estendeva al di là del piede della scarpa e sfuggiva all' aspirazione , era accumulata al fondo del cavo insieme alla melma , da' cesti di ferro, di cui ho di sopra parlato, e che hanno continuato a lavorare innanzi al piede della scarpa per tutto il tempo della costruzione a smalto della platea.

Questa operazione , che ha richiesto 15 872 metri cubici di smalto , è stata terminata il 23 di agosto 1843.

Mentre s' immergea lo smalto della platea ed anche prima di quest' operazione si era lavorato con attività alla formazione delle casse di legno per formare il vuoto interno del bacino, il *nocciolo*, per l' operazione della costruzione a smalto de' muri di sponda. Queste casse , al numero di otto , di ineguale lunghezza, ma aventi tutte 20 metri di larghezza alla sommità su $19^{m}.70$ alla base e $9^{m}.40$ di altezza, sono rappresentate in quanto alla loro posizione di insieme dopo il loro affondamento nella tavola V ed in quanto ai particolari nelle tavole VI e VII.

Esse furono tutte costrutte successivamente sopra uno stesso scalo di costruzione, cioè sopra un piano inclinato per un dodicesimo, prolungato nel mare con la stessa inclinazione, di modo da formare uno scalo avanzato. Le tavole del fondo e de' lati furono calafatate con diligenza. Si zavorravan queste casse su' loro scali con una certa quantità di pietre poste sul tavolato inferiore , per dar loro una certa stabilità e galla , quindi si lanciavano in mare con un procedimento analogo a quello che serve per varare i navigli. Questi particolari sono sufficientemente indicati nella tavola VII.

Man mano che una parte della piattaforma della platea era fatta e ben agguagliata sopra una estensione abbastanza grande per ricevere una cassa, si faceva uscire la zattera portante le macchine d' immersione fuori la cinta; vi s' introduceva la cassa da affondare ; si rimetteva tosto a sito la zattera; quindi si facea affondare la cassa, aprendo delle piccole valvole praticate nel fondo, e caricando il palco superiore con ghisa per farla stare ferma al suo posto. Le tavole IV e V rappresentano la cassa n.° 1 (che ha degli angoli tagliati corrispondenti a quelli della cinta) già affondata al suo posto mentre l' operazione dell' immersione dello smalto è continuata innanzi.

La cassa n.° 6 avea una disposizione particolare. Essa portava nelle parte anteriore un' assito o porta provvisoria di legno formata di dieci file di forti traverse , ed appoggiata con robusti puntelli a ritti verticali che sporgeano in fuori della parete della cassa, in modo da trovarsi incastrati nello smalto de' muri di sponda dopo il suo gettito. I ritti formanti l' estremità dell' assito furono

---

(12) È senza dubbio questa causa che ha fatto sì che lo smalto del bacino di Alessandria , gettato con piccole casse di un quinto di metro cubico operanti per rovesciamento, e senza che siasi tolta la poltiglia , non ha dato che un masso poroso e permeabile , che richiede l'azione continua di una macchina di 10 cavalli per estrarre l' acqua delle filtrazioni.

(13) Queste trombe, aventi invece di stantuffo un cono o cornetto di cuoio molle , e per valvola un disco di simile cuoio , possono senza guastarsi o consumarsi aspirare delle acque fangose. Esse sono oggigiorno molto sparse, e sono perfette pe'lavori di aggottatura di acqua. Il sig. Letestu ne fa di ogni dimensione.

incastrati all'istesso modo. Quest'assito era destinato a sostenere la terra della tura e la pressione dell'acqua dopo aggottato l'interno del bacino. Quantunque esso facesse parte della cassa n.º 6 e fosse congiunto con quella, pure era disposto in modo da restar fermo co' suoi puntelli dopo la demolizione della stessa cassa e durante tutta la costruzione delle fabbriche interne. La tav. VI rappresenta questa cassa e ci dispensa dal farne più lunga descrizione. La stessa tavola rappresenta del pari l'assito di testa restato fermo dopo la demolizione della cassa, che sostiene la tura e che è sostenuto esso stesso, non solo da' puntelli che facean corpo con la cassa, ma da un gran numero di altri aggiunti dopo l'aggottatura ed appoggiati contro lo smalto.

Le casse n.° 7 e n.° 8 avevano ciascuna non più che sei metri di lunghezza (tavola V), esse si trovavano fuori dell'assito di cui abbiam parlato e quindi fuori del bacino: l'una tenea luogo della tura di terra a costruirsi dopo terminati i muri di sponda: l'altra avea per iscopo di far testa a questa tura. Io ne parlerò di nuovo più innanzi.

Giusta il progetto, tutte le casse dovevano essere contigue; ma nell'esecuzione le casse n.° 5 e n.º 6 si fecero più piccole che le precedenti, ed al tempo dell'affondamento si lasciò un'intervallo di $4^{m}.10$ tra la cassa n.° 2 e la cassa n.º 3, ed un altro intervallo di $4^{m}.80$ tra la cassa n.° 4 e la cassa n.° 5 (vedi tav. V) in modo da formare due muraglie trasversali di smalto congiunte con le muraglie longitudinali o muri di sponda con lo scopo di dividere l'interno del bacino in tre parti e di divider pure le operazioni dell'aggottatura che si supponea dovessero essere considerabili.

Nel fatto quest'aggottatura si ridusse a sì poco che si sarebbe ben potuto per tal riguardo evitare la spesa di queste due muraglie trasversali che dovean esser demolite, ma esse presentarono pure il vantaggio di contribuire potentemente tanto alla solidità de'muri di sponda pel loro legame, che alla resistenza della platea contro la pressione inferiore, e di permettere il cominciamento de' lavori di fabbrica nella prima sezione ed anche nella seconda, prima che la tura di testa, per la quale si ritardò, fosse interamente costrutta.

Man mano che l'avanzamento dell'immersione dello smalto della platea lasciò alcune macchine disponibili, si tolsero dalle zattere e si situarono su piccoli carretti, sui quali esse potevan muoversi trasversalmente, e che poteano avvanzarsi longitudinalmente rotando sugli orli delle casse del nocciolo, e sull'orlo del palco del ponte di servizio (vedi tav. V).

Tutte le disposizioni si eran prese perchè la immersione dello smalto de' muri di sponda e delle due muraglie trasversali succedesse senza interruzione a quella della platea.

Si cominciò dal mettere in movimento due macchine, l'una accosto all'altra, verso la parte dell'emiciclo corrispondente all'asse, e facendole dapprima muovere sui loro carretti nel senso della larghezza de' muri di sponda; quindi facendo avvanzare i due carretti nella direzione de' due muri di sponda si depose un primo strato.

Quando i due carretti ebbero così percorsi 4 a 5 metri di lunghezza, ognuno dal suo lato, si fecero partire due altri dallo stesso punto e nella stessa direzione, poi due altri, quindi altri due; in modo che si posero in moto su ciascuna linea de'muri di sponda quattro macchine, ed in tutto otto. Una nona macchina fu situata nel sito de' muri trasversali per condurre l'immersione dello smalto di questi insieme a quella de' muri di sponda: essa partiva sempre dal mezzo per andare verso agli estremi, in modo che nel mezzo eravi sempre la parte più elevata.

Siccome le soprapposizione di quattro strati non formava che una spessezza di circa 2 metri, quando questa spessezza fu raggiunta sopra una certa lunghezza, si fecero retrocedere tutti i carretti in modo da menare i due primi al punto di partenza, e gli altri conservarono la loro distanza: così si fece un secondo strato, e quindi un terzo, ed un quarto. Quando non rimanea che un altezza d'acqua di circa 1 metro, bastava di versare dolcemente lo smalto con secchioni e sempre a scarpa.

Riepilogando, l'operazione fu menata innanzi in modo che lo smalto fu costantemente disposto a gradini, o per dir meglio a piano inclinato verso la parte anteriore del bacino.

Si comprende bene che questa operazione avea per iscopo di fare scorrere al piede della scarpa la poltiglia. Di là essa era tratta con delle trombe Letestu, una da ciascun lato, e gettata fuori la cinta.

Per tema che non ostante questa operazione una parte della poltiglia non restasse tuttavia trattenuta al basso, io avea evitato di chiudere dapprima con delle pareti fisse i due estremi de' muri di sponda per far testa allo smalto. Ma io avea avuto cura di porre intercalatamente nella cinta della paratia, a' punti dove doveano arrestarsi i muri di sponda, due forti ritti con una scanalatura verticale di 15 centimetri: due altre scanalature simili e corrispondenti erano stato fatte con pezzi posti a' fianchi della cassa n.° 8. Queste scanalature servirono a farvi scorrere de' tavoloni che fecero testa allo smalto man mano che lo strato si elevava: in modo che la poltiglia potea sempre uscire per sopra tale chiusura.

L'immersione dello smalto de' muri di sponda terminò il 30 ottobre: si consumarono, comprese le due muraglie, 11 853 metri cubici di smalto, che con i 15 696 metri della platea, formarono in totale 27 549 metri cubici.

Come si è detto innanzi, il programma approvato dal ministro prescriveva di caricare con pesi addizionali, durante l'immersione dello smalto de' muri di sponda, le

casse formanti nocciolo, in modo che il carico sulla piattaforma della platea fosse lo stesso per tutta la sua estensione.

Questa condizione non è stata che imperfettamente adempiuta durante l'immersione, essendo mancate le braccia per condurre di fronte questa operazione ed il caricamento delle casse; dopo l'immersione esse furono ben caricate da tutta la zavorra di cui si potette disporre; ma il metro cubo di smalto pesando 2 350 chilogrammi, per formare un peso eguale a quello de' muri di sponda (fatta deduzione dalla quantità d'acqua discacciata), sarebbe stato mestieri di far sopportare a ciascun metro superficiale delle casse un carico di circa 11 tonnellate, ciò che per tutta la superficie delle otto casse avrebbe richiesto il peso enorme di circa 19 000 tonnellate.

Il porto di Tolone non presentava questa quantità di zavorra; si avrebbe invero potuto compiere il peso con pietre; ma io credetti inutile questa precauzione; mi limitai a far caricare le casse, dopo terminata l'immersione dello smalto, di otto filari di pezzi di ghisa, formanti, per metro superficiale, un peso addizionale di 7 000 chilogrammi ed in totale circa 12 000 tonnellate.

L'esperienza ha dimostrato che questo carico, sebbene incompleto per lo scopo proposto, era stato ben sufficiente. Io credo anzi che si sarebbe potuto interamente sopprimere, e quindi fare le casse del nocciolo più leggiere, o anche sostituir loro un semplice tavolato per contenere lo smalto.

Dopo l'immersione si lasciò indurire lo smalto fino al mese di marzo 1845, cioè per 18 mesi, prima di estrarre l'acqua. Questo tempo fu messo a profitto per fare i riporti intorno al bacino e le rive del terrapieno.

In questo tempo dovemmo anche occuparci della formazione della tura in terra alla testa dell'opera. A tale oggetto si scaricò la cassa n.° 7 de' suoi pesi addizionali: essa era stata diligentemente calafatata; e per mezzo di trombe si estrasse l'acqua che conteneva. Questo alleggerimento bastò per farla venire a galla, grazie alla precauzione usata di darle, come a tutte le altre casse, 30 centimetri di larghezza di meno nel basso che nell'alto e di ben ripianarne i fianchi con la pialla. Essa fu demolita man mano che saliva a galla.

Allorchè l'intervallo di 6 metri di larghezza tra le due casse n.° 6 e n.° 8 si trovò libero, venne colmato con terra grassa, dopo aver riunito gli estremi di quelle due casse con alcune traverse. Ma questa operazione diede luogo ad un accidente; la cassa n.° 8, che era stata costrutta sullo stesso modello di tutte le altre, non si trovò forte abbastanza per resistere alla spinta della terra: nel momento in cui la tura giungeva alla sua altezza, questa cassa fu sfondata, rovesciata e rotta interamente. I suoi rottami si trovarono sotto la terra della tura, insieme alla ghisa di cui la cassa era caricata e con quella che ne formava la zavorra.

Si rimise in cantiere un'altra cassa che si fece più solida e che fu rinforzata con puntelli obbliqui destinati a riportare sulla platea la pressione esercitata sulla parete in contatto con la terra. Venne questa zavorrata fortemente con ghisa per darle peso senza troppo caricarne la parte superiore; e dopo che fu messa a posto, prima di caricarla della terra della tura, si batterono, contro la sua faccia esterna, dieci forti pali di quercia armati di cuspidi acciarati, de' quali si fecero entrar le punte nello smalto della platea: le teste di questi pali furono strette tra due fasce orizzontali che abbracciavano pure delle traverse incastrate a mezzo con la parte superiore dell'assito, o porta provvisoria, che formava la testa della cassa n.° 6.

Tutte queste disposizioni (rappresentate in pianta ed in sezione nella tav. VI) dettero grande solidità alla tura.

Ma ciò che riuscì più difficile nella riparazione dell'accennato accidente, il solo che avvenisse durante la costruzione del bacino n.° 3, fu lo sgombramento de' rottami della cassa infranta e della terra. Si usarono, per estrarre la terra, i cesti di ferro che erano serviti a nettare il cavo prima di gettar lo smalto della platea: si adoperarono de' palombari per legare i pezzi di legname man mano che trovavansi un poco liberati, e si fecero sforzi, ora a braccia, ora con pontoni a ruote, per estrarli ad uno ad uno: si adoperarono anche de' palombari per ripescare la ghisa (14) ed allorchè il fondo della cassa fu abbastanza sgomberato dalla terra e dalla ghisa, della quale era stato zavorrato, si fecero sforzi per sollevarlo e si ritirò in un sol pezzo.

Queste operazioni furono penose, ma più lunghe che costose: esse durarono quasi un anno, ed avrebbero avuto il grave inconveniente di ritardar molto i lavori della fabbrica del bacino, se le due muraglie trasversali non avessero permesso di estrarre l'acqua dalla prima ed anche dalla seconda sezione, innanzi che la tura di testa fosse ristabilita.

L'aggottatura della prima sezione fu cominciata il 5 marzo 1845. Due piccole macchine a vapore di 12 cavalli erano state disposte per fare questa operazione e

---

(14) I forzati furono di grande aiuto per eseguire sotto acqua questi penosi e rischiosi lavori: questi uomini energici, sciolti da' legami che maggiormente attaccano alla vita, ma capaci di amor proprio e facilmente stimolati dalla più lieve ricompensa, rendonsi estremamente utili ne' porti pe' più duri lavori, quando sono riuniti in massa e diretti da capi che sanno comandarli. Il sig. Callamand, conduttore de' lavori idraulici, ha saputo, durante la costruzione dei bacini n.° 2 e n.° 3, prender su' condannati un grande impero, e trarne eccellente partito. Egli ha inoltre, col suo zelo e con la sua esperienza, molto contribuito alla riuscita di questi lavori.

mantenere il bacino a secco durante l'esecuzione del rivestimento interno; esse non furono necessarie e non furono neppur montate. L'acqua si estrasse con trombe ordinarie mosse a braccia; ciascun giorno si toglieva un altezza d'acqua di circa $0^{m}.50$. Io riconobbi bentosto con gran soddisfazione, che durante la notte il livello dell'acqua restava perfettamente stazionario, e che quindi non vi erano filtrazioni. In venti giorni si giunse al fondo; si tolsero le trombe e non vi fu più bisogno di adoperarle. Tutta l'operazione si era ridotta ad estrarre la quantità d'acqua contenuta in questa sezione del bacino.

Si lavorò allora a demolire le casse di legno del nocciolo. Si mise a nudo il paramento de' muri di sponda e quello della piattaforma. Si trovò dappertutto uno smalto duro, compatto, secco, che era difficile ad intaccare con gli strumenti. I muri di sponda non presentavano nè filtrazioni, nè trasudamenti, ed appena alcune macchie di umidità.

La piattaforma della platea mostrava solo, qua e là, alcuni trasudamenti, ma di tanto poco momento che si poteva raccoglier l'acqua con le spugne. Io credetti che sarebbe stato facile farli sparire con un rivestimento di molti filari di mattoni posti con cemento energico. Questi trasudamenti sparivano infatti dapprima, ma dopo qualche tempo si mostravano di nuovo in altro sito. Tentai di riunirli in un solo punto, il loro prodotto era di 50 litri all'ora; si formò intorno a questo punto una specie di camino di mattoni e cemento; si rialzò la fabbrica della piattaforma intorno a questo camino che divenne così un piccolo pozzo. Prima di porre il lastricato della piattaforma, si tentò di colmare questo pozzo gettandovi prontamente del cemento impastato con piccoli frammenti di mattoni, chiudendone bene la bocca con molti filari di mattoni, e caricando il tutto con ghisa. Questo tentativo ripetuto più volte riuscì inutile: dopo alcuni giorni i trasudamenti si mostravano sopra un altro punto a traverso la fabbrica disposta per ricevere il lastricato. Si era minacciati di vederli passare attraverso le commessure di questo lastricato, e mostrarsi alla superficie della platea. Quantunque il prodotto di queste filtrazioni fosse insignificante, io non volli che esse attraversassero la fabbrica della platea; feci smontare una parte di questa fabbrica e fare, al livello della piattaforma di smalto, due piccoli canaletti di mattoni lungo il piede de' due muri di sponda, con ramificazioni dirette su' punti dove si mostravano i trasudamenti. Si formarono provvisoriamente de' piccoli pozzetti nella spessezza della fabbrica a' due angoli tra' muri di sponda e la prima muraglia trasversale, e man mano che si empivano, erano vuotati con gottazze. Più tardi allorchè la seconda sezione del bacino fu aggottata, si forò la muraglia con un foratoio da mina, e si poterono prolungare i due canaletti per condurre più lungi il prodotto delle filtrazioni. Si fece lo stesso quando si giunse alla seconda muraglia trasversale, ed in fine si fecero giugnere le acque in due serbatoi a volta che si fecero nella spessezza de' muri di sponda, presso alla prima scanalatura del battello-porta: questi furono messi in comunicazione l'uno con l'altro mediante un piccolo canaletto trasversale incavato nella spessezza della platea, ed uno di essi fu disposto in modo da immergervi il tubo di aspirazione delle trombe da aggottare il bacino (15).

Questi serbatoi, destinati a ricevere non solo le acque de' trasudamenti della fabbrica ma anche le filtrazioni del battello-porta ed a riunire le acque piovane, non hanno che tre metri di lunghezza ognuno, per $1^{m}.10$ di larghezza: essi sono sufficienti perchè le filtrazioni sono quasi nulle; ma se queste fossero state più abbondanti, sarebbe stato uopo di fare questi serbatoi in forma di gallerie continue allo intorno del bacino, procurando di farvi pervenire con piccoli canaletti le acque di filtrazione.

Questi serbatoi sono rappresentati nella sezione EF della tavola III; la scala di questi disegni era troppo piccola per poter indicare sulle sezioni AB e CD i piccoli canaletti longitudinali fatti al piede de' muri di sponda e che hanno appena 6 ad 8 centimetri di sezione.

L'aggottatura della seconda e terza sezione del bacino si eseguì con la stessa facilità che quella della prima; non si trovarono neppure in queste due ultime parti i trasudamenti che si erano osservati nella platea della prima. La tura di terra posta alla testa del lavoro resistette bene e fu perfettamente impermeabile.

Man mano che si facea l'aggottatura della terza sezione, si procedea con precauzione alla demolizione delle casse n.° 5 e n.° 6 avendo cura di rispettare i pezzi posti nella cassa n.° 6 per fare puntello, e si situò inoltre un gran numero di altri puntelli appoggiati tanto contro il secondo muro di tramezzo che contro i muri di sponda, come lo fa vedere la tavola V. Non si dovette in seguito che togliere successivamente questi puntelli per de-

---

(15) Secondo il progetto, il tubo di aspirazione delle trombe doveva scendere nella parte opposta del bacino, nell'emiciclo, come succede nel bacino n.° 2; ma l'inclinazione del fondo della platea essendo da avanti in dietro (come quella della chiglia di un vascello), questa disposizione richiedeva che si facesse nell'asse della platea una cunetta per riunire le acque delle filtrazioni e quelle di pioggia, e condurle al pozzo del tubo di aspirazione. Questa cunetta presentava il grave inconveniente di indebolire la platea nella parte dove al contrario avrebbe avuto bisogno di esser rinforzata, perchè la sezione avesse avuto la forma di un solido di egual resistenza; ed in fatti si è visto che nel bacino n.° 2 lungo questa cunetta appunto si è formata una fenditura longitudinale. In conseguenza, io proposi ed il ministro approvò la disposizione consistente in sopprimere la cunetta e far arrivare il tubo di aspirazione delle trombe verso la parte più bassa della platea, un poco prima della prima scanalatura del battello-porta. L'allungamento che ne è risultato nel tubo è stato senza inconvenienti per l'aspirazione.

molire il muro trasversale e fare la fabbrica appoggiando di nuovo contro le parti già rivestite così della platea che de' muri di sponda.

Tutt' i lavori interni di fabbrica del bacino furono dunque fatti con la stessa regolarità che se si fosse trattato di lavori ordinarî fuori acqua; si era perfettamente al sicuro dalle filtrazioni, che sono ordinariamente il tormento degl' ingegneri incaricati di lavori di tal genere.

Non si è mai osservato, sia durante l' esecuzione de' lavori sia dopo che furono compiuti, il menomo indizio di cedimento; non si è mai una commessura aperta per una quantità notabile. La piattaforma sulla quale il bacino n.° 3 fu stabilito ha reso l' ufficio d' un fondo di roccia naturale: l' impermeabilità di questa piattaforma e quella de' muri di sponda fu completa.

Questo successo non isperato, *prodigioso* al dire di un grande ingegnere, il sig. Vicat, è dovuto solo alle precauzioni estreme prese nella immersione dello smalto e descritte disopra.

Io aggiungo che l' utilità di queste precauzioni era stata mostrata dall' esperienza acquistata, sotto i miei occhi, durante la costruzione del bacino n.° 2.

Debbo anche dire che essendo ricorso alla gentilezza del sig. Néhou, ingegnere in capo a Calais, egli si è compiaciuto darmi comunicazione, nel 1842, di particolari molto utili sulle fondazioni a smalto delle belle opere ch' egli ha eseguite nel detto porto. Questi lavori han dato per la prima volta agl' ingegneri l' esempio di grandi massi di smalto eseguiti sotto acqua con successo completo.

Dopo terminata la testa del bacino il cui paramento si trovava un metro in dentro della faccia interna della tura, s' introdusse l' acqua nel bacino; i puntelli che si era avuto cura di non inchiodare, non facendo più forza, si tolsero e vennero da sè stessi a galla: si tolse e si fece del pari venire a galla la cassa n.° 8 che facea testa alla tura: infine si tolse la terra dapprima con cucchiaie a mano, in seguito con cesti.

Restava a fare sparire le due estremità de' muri di sponda a smalto che risaltavano per 11 metri sul paramento di testa del bacino, e che erano state così prolungate non per altro che per contenere la tura. La demolizione di questi due massi di ottima fabbrica di smalto, aventi 5 metri di spessezza, avrebbe al certo presentato delle serie difficoltà, se fosse stato d' uopo farla interamente sotto acqua fino ad una profondità di 8 metri. Ecco come si agì per eseguire a secco la maggior parte di questa demolizione: si scavarono perfettamente le due estremità all' interno: la fabbrica a smalto era tanto buona che si potè lasciare alle pareti del vuoto una spessezza non maggiore di $0^m.60$ a $0^m.70$ non ostante la pressione dovuta all'altezza di 8 metri; si ponea soltanto qualche intavolato man mano che si profondava, come si pratica nel cavo de' pozzi ove si temono franamenti. Quando si arrivò al basso del vuoto, si situarono nella spessezza delle pareti, alle loro base, alcuni cartocci con astuccio di latta come quando si vogliono far mine sotto l' acqua: s' introdusse l' acqua ne' due vuoti fino al suo livello naturale: quindi si pose fuoco simultaneamente alle mine che aveano per iscopo di far rompere le pareti di smalto e farle cadere in pezzi. Si compì la loro demolizione a colpi di maglio, e con l' aiuto dei palombari si poterono legare i massi e sollevarli; i più voluminosi non erano neppure portati sopra: si sospendeano ad un pontone e si trasportavano fuori del porto entro acqua.

Il bacino n.° 3 è chiuso come i bacini n.° 1 e n.° 2 da un battello-porta che si distingue dagli altri due dall' esser costrutto in ferro invece di legno, e dall' aver la forma non di un trapezio semplice ma di due trapezi l' uno soprapposto all' altro: forma ch'è conseguenza dello incavo od allargamento praticato alla parte superiore dell' entrata del bacino n.° 3 per dare a' grandi battelli a vapore a ruote la facilità di entrarvi senza smontare i raggi della parte inferiore, operazione di grande impaccio per l' entrata de' navigli ne' due altri bacini.

Nella tavola VIII è rappresentato il battello-porta del bacino n.° 3 tal quale è stato progettato ed eseguito dal sig. Bayle ingegnere delle costruzioni navali (16).

Questa costruzione tentata per la prima volta in ferro ha avuto un pieno successo.

I battelli-porte sono invenzione del sig. Groignard, l' illustre ingegnere che ha costrutto il bacino n.° 1. Egli si esprimeva così nella sua memoria del 1775:

» Nessuno ignora che ne' porti a marea non si arriva
» mai a ben chiudere le porte delle forme se non al mo-
» mento della bassa marea, quando si vedono a secco, e
» quando si può porre il sego ne' vuoti che si trovano
» tra le porte e le pareti di pietra di taglio, alla ca-
» priata, lungo i ritti cardinali, ed alle giunture de' ritti
» battenti, per impedire che le acque entrino nella for-
» ma man mano che il mare sale. »

» Questo vantaggio non si esperimenta ne' porti ove
» non vi sono maree, e lo stabilimento delle porte vi
» presenta gravi difficoltà. Il bacino essendo sempre pieno
» d' acqua quando si aprono e chiudono le porte, non
» si potrà scoprire od impedire le filtrazioni che possono
» succedere per sotto, per i lati e pel mezzo delle porte
» medesime. Sarebbe lo stesso per calafatare, raddob-
» bare e cambiare queste porte, al pari che per le ripa-
» razioni soventi necessarie alla platea, ed a' muri di
» sponda ec.: tutte queste riparazioni non potrebbero esser

(16) I battelli-porte essendo galleggianti, la loro costruzione ed il loro mantenimento sono, ne' porti, nelle attribuzioni della direzione delle costruzioni navali.

» fatte che col soccorso delle ture ad altri mezzi molto » costosi, difficili ad usarsi e che farebbero arrestare so- » venti i lavori più importanti. »

» Prevenuto, per le mie conoscenze e per l'espe- » rienza di tutti gli inconvenienti delle porte a due bat- » tenti che rendono ne' porti ove non vi sono maree l'uso » delle forme molto incerto, lento e costoso, io ho ideato » un nuovo mezzo per chiuderle, che non porta alcun » inconveniente, e che offre al contrario molti vantaggi.»

Il battello-porta fatto dal sig. Groignard avea due chiglie, cioè erano due porte separate da un galleggiante; esse entravano in due scanalature contemporaneamente. Questo battello-porta non era stabile, ciocchè ne facea l'uso molto incomodo. È stato reso più perfetto dal sig. Pestel direttore delle costruzioni navali, che vi ha sostituito una chiusura formata da una sola porta propriamente detta, che s'intromette in una sola scanalatura del bacino (17) e fiancheggiata da due galleggianti che si riempiscono di acqua quando si vuole togliere il battello porta; questi si vuotano col mezzo di trombe quando si suol far venire a galla la porta per toglierla dalle scanalature.

Il battello-porta del bacino n.º 3 è costrutto con gli stessi principî: esso è, come io l'ho detto, tutto di ferro, in modo che non è mestieri calafatarlo e si risparmia il mantenimento che richieggono le costruzioni di legno. È stato d'uopo intanto aggiungere dal lato della chiglia e di tutto l'orlo che appoggia alla pietra una fascia di legno per potere inchiodarvi la treccia di filo con sego, ch'è necessaria per intercettare il passaggio dell'acqua.

Le persone estranee alle direzione de' lavori potranno forse trovare troppo minuziosi i particolari su cui mi sono trattenuto, per descrivere le operazioni relative alla costruzione del bacino n.º 3, e specialmente le cure che sonosi prese per assicurare anticipatamente il successo dell'immersione dello smalto; ma gli ingegneri incaricati di grandi opere idrauliche comprenderanno l'utilità della descrizione de' procedimenti che sono decisivi per la riuscita delle opere di tal genere, e la cui conoscenza può bene risparmiare de'dispiaceri a coloro che dirigono opere, e spese allo stato.

In fatti l'esperienza non ha mostrato che troppo sovente, che nell'arte di costruire il successo dipende più da' particolari di esecuzione che dal merito del sistema adottato. È ciò appunto che dà tanta superiorità alla pratica sulla teoria e che rende vero d'adagio: *l'esperienza vince la scienza.*

---

(17) Si hanno molte scanalature all'entrata del bacino per poter allontanare o accostare la chiusura secondo le grandezze de' navigli da situarvisi e per ridurre la quantità d'acqua da estrarsi con le trombe.

Spiegazione delle figure.

La tav. III rappresenta la pianta e le sezioni del bacino terminato.

Tav. IV.	*a a a*	Grande zattera portante le otto macchine ad immersione per la formazione della piattaforma della platea.
	b b	Piccola zattera portante due berte per lo spianamento della platea.
	c	Piccola berta portata dalla grande zattera per preparare lo spianamento.
	d	Cassa n.º 1 affondata al suo posto e caricata di ghisa per comprimer la platea.
	e	Tromba (sistema Letestu) servente ad estrarre mediante un manico aspirante in cuoio la poltiglia melmosa deposta al piede della scarpa dello smalto.
	f	Pontone portante sei capre per manovrare i cesti di ferro serventi a togliere dal fondo del cavo la poltiglia e la melma deposta innanzi al piede della scarpa dello smalto.
	g	Barca ricevente la melma de' cesti.
	h h	Barche serventi a far calare i cesti in ferro a piombo del piede della scarpa dello smalto.
	i	Macchina da nettare servente a terminare il cavo.
	k	Barca ricevente le materie tolte dalla macchina da nettare.
	l l l	Nove botti serventi a fabbricar la malta.
	m m m	Banchine in legno per lo sbarco de' materiali.
	n n n	Sito per la fabbricazione dello smalto con la pala.
	o o o	Paratia di cinta del bacino rivestita internamente in tela.
	p p p	Paratia delle rive murate rivestita all'interno di tela da vele fino all'altezza della scogliera.
	q q q	Chiusura del cantiere.
	r r	Macchine ad immersione.
Tav. V.	*a b c d e f g h*	Casse di legname formante il nocciolo del bacino caricate di ghisa. La cassa *f* è quella che tiene la porta provvisoria *mm*. La cassa *g* deve esser supplita dal masso di terra della tura che sarà compresa tra la porta provvisoria *mm* e la cassa *h*.
	i i i	Macchine ad immersione.

k k Ritti scanalati portanti i tavoloni *l l* formanti le teste de' muri di sponda.
n n n Botti per fabbricar la malta.
o o o Banchine in legno per lo sbarco de' materiali.
p p Trombe (sistema Letestu).
q q Siti per la fabbricazione dello smalto con la pala.
r r r Paratia di recinto del bacino.
s s s Paratia di recinto delle rive murate.
t t t Chiusura del cantiere.
u Cassa n.° 4 del nocciolo affondata e caricata di ghisa.
v Piccola zattera portante due berte armate l'una di una mazzeranga e d'un maglio, e l'altra di un forte scarpello per lo spianamento della platea.
x x Grande zattera portante le otto macchine ad immersione.

Tav. VI. Fig. 1, 2 e 3. Cassa n.° 6 del nocciolo con la porta provvisoria e la sua puntellatura.
a a a Traverse della porta provvisoria.
b b b Puntelli per appoggiar la porta.
c c c Ritti formanti gli estremi della porta incastrati nello smalto de' muri di sponda.
d d d Appoggi de' puntelli, incastrati nello smalto dei muri di sponda.
e e e Tavolato della porta provvisoria.
f f f Rampini di ferro destinati ad opporsi al retrocedere della porta.

Fig. 4. e 5. Tura in terra del bacino dopo la demolizione delle casse n.° 5 e n.° 6 del nocciolo.

Fig. 6, 7 e 8. Casse di legno destinate a formare il nocciolo, messe a galla.

Tav. VII. Fig. 1, 2, e 3. Macchina da immergere lo smalto.
a Manubrio del verricello.
b Verricello sul quale le catene si ravvolgono in un incavo tracciato ad elice.
c Ruota dentata del verricello.
d Ruota a rocchetto.
e Asse dell'albero de' manubrî.
f Freno formato da una lamina d'acciaio che abbraccia una ruota di ferro fuso.
g Leva del freno.
h Catene di sospensione della cassa.
l Catenella destinata ad aprir la cassa.
m Cassa di lamiera contenente un metro cubico.
n Sportelli della cassa che si aprono a cerniera.
o Chiavistelli a forchetta che mantengono i risalti degli sportelli chiusi.
p Leva destinata ad aprire simultaneamente i due chiavistelli, l'uno direttamente, l'altro mediante l'asse di rotazione *i*, legato col pezzo *k*.
q Traversa di legno sulla quale si battono i secchioni di smalto per vuotarli nella cassa.
r Spranga di ferro terminata da uncino che s'introduce in aperture fatte negli sportelli per riportarli alla posizione da poterli chiudere appoggiando sulla leva *p*.

Fig. 4 e 5. Porzione di cassa situata sul suo cantiere di costruzione e disposta per esser messa a galla e pianta del cantiere medesimo.

Tav. VIII. Fig. 1, 2 e 3. Botte da fabbricar la malta.

Fig. 4, 5, 6 e 7. Battello porta in ferro progettato ed eseguito dal sig. Bayle ingegnere delle costruzioni navali.

Dimensioni principali.

Lunghezza	alla costola inferiore della chiglia	$15^m.70$
	a $5^m.20$ dalla sottochiglia	17 . 86 / 21 . 12
	a livello delle rive murate	22 . 54
Altezza		8 . 63
Larghezza	della porta propriamente detta	1 . 00
	id. co' galleggianti	5 . 40

Spostamento d'acqua.

Porta propriamente detta	79 botti.
Galleggianti	63
Totale	143
Peso dello scafo	105
id. della zavorra	35
Peso totale	140

Altezza del centro di carena al di sotto della linea a fior d'acqua . . . . 1^m. 69

Altezza del metacentro sul centro di carena . . . . 1^m. 46

id. sotto la linea a fior d'acqua . . . . 0 . 43

Posizione del centro di gravità dello scafo al disotto del metacentro . . . . 0 . 22

id. del battello zavorrato id. 0 . 80

Nota. Il centro della zavorra è supposto al mezzo dell'altezza di acqua pescata o a circa 3 metri dalla linea a fior d'acqua.

Tav. X. Tromba Letestu.

GIURISPRUDENZA

PER L'ARCHITETTO E PER L'INGEGNERE (a).

Decisioni giudiziarie

(N.° 43.)

Il proprietario che si serve dell'acqua corrente per la strada pubblica per irrigare il suo fondo in modo che ne derivi danno al fondo limitrofo, deve rivalere de' danni medesimi il proprietario di questo fondo. — *Tribunale Civile di Napoli. — Sentenza del dì 1 Dicembre 1851. — Causa Tavassi e Savarese.*

(N.° 44.)

La servitù di acquidotto non si può limitare ad una parte sola del fondo serviente, quando questa limitazione non fu pattuita nel costituirsi la servitù. In conseguenza se l'acquidotto fu distrutto, compete al proprietario del fondo dominante di costruirne un altro a sue spese in altra parte del fondo serviente (b). — *Gran Corte Civile di Napoli. — Decisione del dì 20 febbraio 1852. — Causa Clero di Grottole e Sanseverino.*

(N.° 45.)

Se nel tempo che una casa era comune, ed anche dopo la divisione, sia stata locata ad un terzo in società da tutti i condomini; ed in questo stato di cose il conduttore abbia, per comodo suo, aperto un vano di comunicazione tra questa casa ed un'altra; e posteriormente uno de' condomini divisi, dopo che l'altro ha rinnovato l'affitto al modo solito, si faccia a chiedere la chiusura del vano, non può ottenere la sua domanda se non abbia protestato prima del nuovo affitto, ma questo durante, può solamente avere una ragione ad esser rifatto del danno in proporzione del maggior consumo delle parti della casa rimaste comuni. — *Gran Corte Civile di Napoli. — Decisione del dì 6 marzo 1852. — Causa Giordano e Giordano.*

(N.° 46.)

L'armadio esistente in un muro, ed inoltrantesi oltre la metà del medesimo, è segno che il muro è proprio di colui che usa dell'armadio, se dalla parte opposta non vi sono simili opere, e non havvi indizio che l'armadio sia stato aperto posteriormente alla costruzione dello stesso muro.

Il muro attiguo ad un portone ed alla proprietà del vicino si ritiene comune ove non siavi indizio escludente questa comunione. — *Magistrato d'appello di Torino. — Sentenza del 10 maggio 1852. — Causa Mossone e Costanza.*

(N.° 47.)

É costante giurisprudenza della Corte Suprema, riffermata a camere riunite, che per le servitù discontinue possa esservi luogo ad azione possessoria.

In tutte le azioni è di necessità indagare se l'attore abbia interesse a promuoverle. Da questa regola non si sottrae la nunciazione di nuova opera, la quale bene è dichiarata inammessibile quando si ritenga in fatto, che la nuova opera per la quale si domanda l'interdetto, non è di pregiudizio all'attore. — *Corte Suprema di Giustizia. — Arresto del dì 24 agosto 1852. — Causa de Viro e Lieto.*

(N.° 48.)

Colui che ha acquistato per possesso il dritto di veduta sul fondo del vicino, non può impedire che il proprietario di questo fondo innalzi nello stesso un muro o faccia una costruzione qualunque che renda inutile o menomi l'uso delle finestre.

In altri termini:

Colui che ha acquistata la servitù di *prospetto* o anche quella *delle luci*, non avrebbe dritto ad esercitare la servitù *luminibus non officiendi*, *et altius non tollendi* (c). —

(a) Vedi Anno I.° p. 75 e 156 e Anno II.° p. 41 e 93.

(b) Vedi il n.° 41 delle decisioni giudiziarie pag. 93.

(c) Vedi il n.° 5 delle decisioni giudiziarie, Anno I. pag. 76.

Tribunale Civile di Reggio. — Sentenza del dì 24 settembre 1852. — Causa Delfino e Catalano.

Decisioni Amministrative.

(N.° 38.)

Dalla disposizione di un progetto portante che per la serie de' prezzi, il prezzo varia pe' trasporti con carrette da 50 in 50 metri, e per quelli con carriuole a mano da 15 in 15 metri, non si può dedurre che in mancanza di una stipulazione espressa e contraria si debba accordare pei trasporti carrette ad una distanza maggiore di 280 metri il prezzo applicabile a quella di 300, e pe'trasporti con carriuole al di là di 30 metri il prezzo applicabile ai trasporti di 45 metri. — Per gli articoli 1156 e 1161 del Codice Civile (1109 e 1114 LL. CC.) tutte le clausole delle convenzioni si interpetrano le une per mezzo delle altre, ed è alla comune intenzione delle parti che si deve fermarsi anzichè al senso letterale de' termini : ora se dall' insieme delle condizioni risulta che una formola sia stata data come vera base alla fissazione de' prezzi , bisogna conchiuderne che, secondo il contratto, i prezzi hanno dovuto esser regolati sulle distanze realmente percorse e non già considerando le distanze cominciate come percorse. — *Consiglio di Stato di Francia. — Arresto del 19 agosto 1850. — Causa Tarou.*

(N.° 39.)

Un appaltatore non può giovarsi di una clausola del progetto che fissa la durata dei lavori, se prima dell' aggiudicazione è stato informato che i fondi assegnati non ne permetterebbero l'esecuzione pel termine fissato.—Egli non può ottenere la risoluzione del suo contratto a cagione di un aumento notabile de'prezzi, se non dimostra la realtà di questo aumento, — *Consiglio di Stato di Francia. — Arresto del 21 dicembre 1850. — Causa Jullien.*

(N.° 40.)

Gli stati mensili non sono d' ordinario compilati che approssimativamente e col solo scopo di permettere agl'ingegneri di calcolare quali somme possano , durante un esercizio, rilasciarsi in conto agli appaltatori ; epperò le quantità che vi sono notate non debbono considerarsi come definitivamente stabilite a vantaggio dell' appaltatore. — La ritenuta del decimo di garentia non è stipulata che nell' interesse dell'amministrazione; se l' amministrazione ne dispensa l'appaltatore, i creditori di questo non hanno dritto e qualità per fare di questa circostanza la base di un reclamo per la via contenziosa. — *Consiglio di Stato di Francia. — Arresto del 12 luglio 1851 — Causa Sindaci del fallimento Lespinasse.*

(N.° 41.)

Un appaltatore che senza un ordine scritto dell'amministrazione sostituisca una novella cava a quelle prescritte nel progetto non ha alcun diritto all' aumento di prezzo derivante da questo cambiamento. — *Consiglio di Stato di Francia. — Arresto del 9 agosto 1851. — Causa Joly.*

MISCELLANEA.

Nuova stazione di strada ferrata a Trieste. — Questa importante città dell' Adriatico sarà fra breve arricchita di una notabile costruzione. Onde ottenere una superficie di 52 000 piedi quadrati (400 per 130), la stretta via che conduceva al lazzaretto di S. Teresa sulla scarpa di scoglio della spiaggia doveva esser gettata nel mare, il che si è fatto tagliando e facendo cadere i massi di scoglio. Però siccome il traffico della strada non poteva essere interrotto in modo permanente, si sono costrutti molti ponti temporanei. La fondazione così ottenuta sarà elevata ad otto piedi sopra il livello del mare e servirà a formare la parte inferiore della stazione. Questo edifizio sarà di forma ovale, la parte verso terra essendo destinata al traffico interno , e quella verso il mare alla comunicazione per acqua; quest' ultima avrà un deposito di 170 *klafter* ($322^{m}. 5$) per 40 ($7^{m}. 5$). Le rotaie saranno messe all' altezza di circa 27 piedi sul mare , cioè al livello del primo piano dell' edifizio. Ciò che vi ha di singolare, è che il pianterreno sarà considerato appartenere al porto franco di Trieste , mentre il primo piano apparterrà al sistema doganale proibitivo austriaco.

(Civil Engineer and Architect's Journal.)

Scoperta delle ruine di Memfi.—Nell' ultima tornata dell' Accademia delle Scienze Morali e Politiche di Parigi , fu letto uno scritto del sig. Mariette , incaricato di una commessione letteraria e scientifica in Egitto dal governo francese , nel quale scritto egli annunziava che avendo fatto eseguire de' cavamenti nel sito dove era la città di Memfi , avea trovati , ad una profondità da due a dodici yardi, varî monumenti di architettura Egiziana e Greca, e fra questi il Serapeo mentovato da Strabone. Avendo fatto cavare il viale che conduceva a quest' ultimo edifizio egli scoprì un numero considerabile di statue, disposte in semicircolo , e rappresentanti la sfinge e molte altre figure. Lo scritto era accompagnato da disegni. Le statue sono descritte come molto belle e si crede che esse spa-

deranno gran lume non solo sull' arte dell'Egitto, ma ancora sulla sua storia. I Ministri della Pubblica Istruzione e degli Affari Stranieri, a richiesta dell'Accademia, hanno promesso che il governo francese provvederà i fondi necessarî e somministrerà all' intelligente scopritore tutti gli aiuti che sono in suo potere per fargli continuare gli scavi.

(*Literary Gazette.*)

Nuovo ponte sospeso di Battersea. — Questo ponte , sul Tamigi presso Londra , tiene due pile situate presso il margine delle acque basse in modo però da non ingombrare la navigazione , ed una sola apertura che prende quasi tutta la larghezza del fiume. La larghezza del ponte è di 45 piedi fra le facce esterne, con una carreggiata di 30 piedi e due marciapiedi laterali. Esso presenta una particolarità di costruzione che merita di esser conosciuta. Le sue pile , invece di esser fondate in una tura , e costrutte con fabbrica al modo ordinario , sono composte di fabbrica di smalto circondata e protetta da ogni lato da una solida palificata di ferro fuso. Così non vi è bisogno di ture e l' ingegnere calcola che egli potrà portare le sue pile all' altezza di 7 piedi al disopra del livello delle alte acque , con la stessa spesa che sarebbe stata necessaria per una tura secondo l' antico sistema. Il modo di procedere è il seguente. Dopo aver affondati de' pali di guida intorno al sito destinato alla pila, ed avere stabilito a ciascun estremo di questa una specie di grossolano taglia acque temporaneo di legno, si battono de'pali di legno intorno alla fondazione sino al fondo sodo; si costruisce un palco su' pali di guida , e si fanno i preparativi per affondare i pali di ferro dell'opera permanente. Questi pali sono posti alla distanza di circa 9 piedi l' uno dall' altro , e ciascuno de' medesimi tiene da' due lati una scanalatura , per ricevere delle piastre di ferro fuso che sono affondate fra i pali. Il maglio per battere i pali percuote sopra un pezzo in legname costrutto in forma di una T capovolta (⊥) poggiante sulla piastra di ferro fuso ; questo maglio è di ferro e pesa una tonnellata e cade da un altezza media di 7 piedi a ciascun colpo. La parte orizzontale del pezzo di legname che riceve i colpi è lunga circa piedi 7 e di 14 pollici in quadro di sezione, e l' asta verticale è lunga circa 10 piedi. Le tavole ed i pali sono battuti per 17 o 18 piedi dentro il letto del fiume , e tutto lo spazio compreso fra loro è riempiuto di smalto che , come è noto , si unisce molto bene col ferro fuso e col battuto e si attacca in maniera che la linea di separazione non più si scorge. Vi sono ancora molti esempî in Inghilterra di palificate in ferro che contengono fabbrica di smalto per banchine e rive murate dei bacini , ne' quali la riuscita è stata perfetta.

Una sola macchina è ora in opera presso ciascuna pila , ma l' intraprenditore attende solo l' arrivo de' pezzi fusi dalla Scozia per far lavorare rapidamente con tutte le macchine. Il ponte è costrutto da'Commessarî Reali de'Boschi e Foreste , sul progetto e sotto la direzione dell'abile sig. Page. Nel 1837 il capitano Moorsom costruì un ponte per una strada ferrata sul fiume Avon presso Tewkesbury con una profondità d'acqua da 14 a 20 piedi con una fondazione simile a quella già descritta , che è stato universalmente ammirato per la sua bellezza e stabilità. Esso è pure fondato sopra una fabbrica di smalto contenuta in una palificata in ferro ; la sua lunghezza è di 300 piedi, la larghezza fra i parapetti di 24 piedi e l' altezza dalle fondazioni fino al parapetto di 52 piedi. Il costo totale di questo ponte fu di meno di 11 000 lire sterline. Quest'opera fu particolarmente descritta in una memoria accompagnata da disegni presentata nel 1840 all' istituto degli Ingegneri Civili dal quale ricevè la medaglia di argento.

(*Civil Engineer and Architect's Journal.*)

La tomba di Napoleone. Fin dacchè si cominciò la esecuzione di questo monumento , è stato molto difficile il potervi accedere , difficoltà che s' incontra vieppiù ora che le costruzioni sono avanzate. Un viaggiatore tedesco (il signor Stahr) che ultimamente lo visitò in compagnia dell' architetto signor Visconti , figlio di Ennio Q. Visconti , ci dà il ragguaglio seguente di questo mausoleo , il più grande dei tempi presenti:—» La tomba di Napoleone forma un sotterraneo quadrato di 22 piedi e 9 pollici di lato, aperto nella parte superiore , e posto sotto il pavimento della Chiesa degl' Invalidi. Le ragioni perchè siasi così situato sono le seguenti. La Chiesa (*Dôme*) degl' Invalidi ha due entrate opposte l' una all'altra. La principale, volta verso la piazza Vauban, corrisponde al fronte dell'edificio. L'altra è alle spalle della Chiesa ed immette nella così detta *Cour royale des Invalides.* Se il sig. Visconti avesse situato il monumento al di sopra del pavimento , egli crede che sarebbe stato difficile il decidere quale delle dette due facciate avrebbe esso dovuto fronteggiare. Un' altra difficoltà si presentava pei due monumenti già ivi eretti sotto la cupola della chiesa , quelli di Vauban e di Turenne , entrambi composti di allegoriche figure : ogni altro monumento che si fosse posto fra quei due , avrebbe diminuito il pregio de' medesimi. Inoltre sarebbe stato difficile d' innalzare un monumento degno del grand' uomo in dovuta proporzione e convenienza ; il bronzo ed il granito del mausoleo si sarebbero anche malamente accordati coi muri e le colonne di pietre bianche della Chiesa. Il sig. Visconti osservò di più che situando il sarcofago in un sotterraneo, l' atto istesso del dovervi discendere ben si addiceva all'idea di una tomba.

Ma per obbedire agli ordini dell' Assemblea Legislativa , che Napoleone dovesse riposare sotto la cupola , il sotterraneo fu aperto al di sopra , e così messo di accordo coll' edificio. L' anello di unione si ottenne per mezzo del baldacchino costruito l' anno 1809 , sul dise-

gno di Trepsa. Alzando il nuovo baldacchino di otto scalini si ottenne spazio sufficiente per la porta di entrata e per la scalinata per discendere nel sotterraneo, senza cambiare cosa alcuna nella struttura ed ordine principale della Chiesa. Ciò fu anche conseguito più agevolmente col trasportare l' altare maggiore, il quale prima si trovava a piedi del baldacchino, nella parte posteriore della chiesa, la cui navata esso ora domina. Il suo posto è in tal modo occupato dalla porta di entrata del sotterraneo, ove due simboliche figure, quelle del potere militare e civile, formano una specie di guardia di onore dell' importante luogo. Sulla porta sono scritte, sopra una tavoletta di marmo, le parole colle quale comincia il Testamento di Sant' Elena. Il baldacchino che covre questa iscrizione è sostenuto da quattro colonne di granito dei Pirenei. Gli scalini che conducono al sotterraneo sono di marmo bianco. A piedi della scalinata si rinvengono due bassi rilievi rappresentanti le scene della ricezione de' resti dell' Imperadore dai francesi a Sant' Elena. Quattro candelabri funebri di bronzo adorneranno il vestibolo che immette nel sotterraneo. Arrivando nel suo interno, si osserva nel mezzo il gigantesco sarcofago della lunghezza di 13 piedi per 6 piedi e 6 pollici. Esso si compone di tre pezzi cioè la covertura, il corpo del sarcofago, ed il piedistallo. Il zoccolo, fatto di granito dei monti Vosgi, sarà di adequata dimensione.

Il sarcofago, di una specie di *rosso-antico*, un medio fra il porfido ed il granito, è di un colore rosso scuro delle miniere di Katshoka, sul lago Onega in Russia. Questa pietra è così dura che per tagliarne un pezzo di due piedi con una sega, un operaio vi ha impiegato due mesi e mezzo; laddove colla stessa forza in dieci giorni si sarebbe tagliato un pezzo di granito di 6 piedi.

Un ricco lastricato di mosaico fiorentino, rappresentante una gigantesca corona di alloro, circondata da una gloria, forma il pavimento di questa misteriosa dimora della morte. Vicino alle pareti laterali vi sono dodici vittorie che tengono in mano allegorici simboli. Sul muro inferiore che circonda lo spazio circolare sono scritte in lettere d'oro le più celebri battaglie del gran guerrriero: Castiglione Rivoli, le Piramidi, Austerlitz, Somosierra ec. ec. Se così ci sono ricordate le militari gesta di Napoleone, dieci grandi bassi rilievi sono destinati a richiamarci alla memoria le sue opere di pace: il Codice Civile, la istallazione del Consiglio di Stato, la strada del Sempione, l'Università, ec. ec. Analoghe iscrizioni spiegano i soggetti di queste sculture.

Passando attraverso ad un largo portico, si arriva ad un altro sotterraneo, il quale dall'architetto è stato denominato reliquiario. Esso è destinato ad essere occupato dalla spada dell' Imperadore, da quaranta stendardi e dalle insegne che egli soleva portare, le quali cose dovranno situarsi sopra una specie di altare. Nella parte posteriore di questo santuario s'innalza la colossale statua dell'eroe rivestito delle insegne imperiali. Una balaustrata riccamente decorata separerà questa statua dal sotterraneo. Una lampada sempre accesa spande la sua luce su questi scarsi residui di così grandi fatti.

Il progetto del signor Visconti si estende poi al di là dell' interno della maestosa cupola. Egli propone che il vestibolo di queste mausoleo interno sia sulla Piazza Vauban, e che una superba decorazione di sculture su questa piazza prepari alla maestosa impressione dell'interno, La statua equestre dell' Imperadore in mezzo alla piazza dovrà essere circondata dalle effigie dei suoi marescialli e generali. « *En dehors l' homme, dans le temple l' apothèose* ! » dice il signor Visconti. Non v' ha dubbio che il resto del progetto sarà anche eseguito, stante che i fondi sono stati già votati dall' Assemblea legislativa. La spesa del monumento interno ammonta a 180 000 lire sterline, di cui 60 000, si sono spese pel marmo grezzo, e 24 000 pel marmo statuario (Carrara). La esecuzione della Corte superiore de' Grandi Capitani sulla Piazza Vauban costerà 40 000, sicchè il costo totale del Mausoleo di Napoleone, ascenderà a 2 200 000 lire, corroborando la verità dell' assioma: *magni stat nominis umbra !*

(*Civil Engineer and Architect's Journal.*)

Costruzione di ponti in America. — Nell'istituto di Franklin, agli Stati Uniti, il sig. Salomone W. Roberts fece alcune osservazioni su' ponti. Egli mostrò l'importanza dell' economia nella loro costruzione, e come spesso forti somme fossero erogate in tali opere, mentre una spesa minore sarebbe stata sufficiente ad ottenere lo scopo. I ponti sospesi a catene o a gomene di fili di ferro, sottoposte alla tensione, sono di un costo comparativamente basso. Quando il materiale adoperato è il ferro battuto, è facile di costruire lunghe catene, ma non è lo stesso col legno. I ponti sospesi sopra una grande scala non possono essere facilmente costrutti in legno per la difficoltà di legare insieme solidamente i pezzi e di fortemente ritenerli. I ponti costrutti da un certo Remington, intorno ai quali molto si disse ne' giornali non è gran tempo, erano ponti sospesi di legno sopra una piccola scala. Si crede che i primi ponti sospesi rozzamente costrutti sieno stati fatti con tralci di vite od altri simili materiali vegetabili. Questi erano però naturalmente di piccole dimensioni.

Le strade ferrate in America abbondano di esempî di ponti di costruzione economica, e quando ivi si sente che più di tre milioni di dollari sono stati spesi non ha guari in Inghilterra per costruire un ponte di strada ferrata lungo circa mille e cinquecento piedi ed alto cento, ciò sembra quasi incredibile. Non v'ha dubbio che le difficoltà erano grandi e che il ponte in quistione è un' opera magnifica; ma chi è abituato alle costruzioni americane rifugge dall' idea di un tale dispendio di capitali.

Il ponte per carri sul fiume Niagara, al di sotto della cateratta è una costruzione di poca spesa, e la sua luce è di circa 750 piedi di lunghezza e più di 200 piedi di altezza. Sentiamo che nello stesso sito due abili e sperimentati ingegneri hanno offerto di assumer l' obbligo di costruire un ponte stabile pe' convogli di strada ferrata sul più gran torrente del globo; e che il prezzo richiesto da uno sia di duecento mila dollari, e quello domandato dall' altro di centonovanta mila. In tal modo il ponte verrebbe a costare poco più di un' annata d' interesse al sei per cento del prezzo del ponte tubulare sullo stretto di Menai. I casi non erano simili, ma possono servire a dimostrare sotto quali circostanze diverse le opere di costruzione sono eseguite in Inghilterra ed in America.

(*Journal of the Franklin Institute.*)

Faro di ferro per l'India. — Un faro di una costruzione speciale è stato eseguito nelle estese manifatture de' sig. Fox, Henderson e Co., di Smethwick, la cui descrizione può in qualche modo interessare i nostri lettori. Quest'opera consiste in una torre o colonna di ferro fuso, di forma conica, vuota nell' interno, alta 70 piedi dal livello delle alte acque sino alla cima della lanterna, con un diametro di 12 piedi e 6 pollici alla base e 10 piedi alla cima. Essa si compone di quindici filari orizzontali di lamine in forma di segmento, ciascun filare avente l' altezza di 5 piedi, e divisi in modo che niuna lamina oltrepassa la larghezza di 7 piedi. Le lamine tengono negli orli delle piastre sporgenti rinforzate da morse ed hanno dei buchi per perni con risalti corrispondenti per essere unite l' una con l' altra. Le grossezze delle lamine variano da pollici $1^1/_4$ ad $1^3/_4$. Intorno al filare inferiore di lamine, vi è una larga piastra sporgente, attraverso alla quale passano molti lunghi perni che entrano nella fondazione. Nel secondo filare vi è una solida porta di ferro fuso che chiude con molta precisione, la quale conduce alla scala che gira intorno ad una colonna centrale. Vi sono sei finestre egualmente distribuite intorno alla torre per dar lume alla scala. Queste finestre sono di forma circolare; i telai sono di ferro fuso assicurati alle lamine, e contengono de' cristalli di $^3/_8$ di pollice di spessezza. La porta d' ingresso al piede della torre è alta 6 piedi ed 8 pollici, e larga 3 piedi e 6 pollici. I cardini sono di bronzo e sono fissati alla porta ed al telaio con viti a testa ribadita. La piattaforma alla cima della torre sulla quale è poggiata la lanterna, è formata di lamine di ferro fuso tagliate a settori di circolo di $^3/_8$ di pollice di spessezza unite insieme con perni; la parte sporgente di questa galleria è poggiata sopra otto mensole di ferro fuso fissate al filare superiore delle lamine della torre. La piattaforma è guarentita all' esterno da una ringhiera di ferro battuto, alta 3 piedi e 6 pollici, formata di bastoni fissati ad un corrente superiore e ad uno inferiore. La cima della scala spirale è provveduta di una chiusura e di una porta di abete, formata impermeabile all'acqua, in modo da impedire che una via d' acqua penetri nella lanterna. La lanterna ha 10 piedi di diametro ed è alta 11 piedi e 6 pollici dal pavimento della piattaforma alla parte inferiore del tetto. La parte bassa, o plinto, è alta 5 piedi e 6 pollici, ed è interamente costrutta di lamine di ferro fuso rivestite internamente di legno. Una metà della lanterna è formata di lamine di ferro fuso rivestite di legno e l' altra metà è guarnita di cristalli piani fissati con polvere di stagno e chiodi di metallo. Il tetto è composto di doppie lamine di rame in fogli. Un ventilatoio di rame con una banderuola è fissato alla cima della lanterna e vi è stato aggiunto un parafulmine con punta dorata. Tutto il ferro fuso e battuto è dipinto ad olio ad eccezione de' perni e degli incastri, che però sono rivestiti di catrame minerale. La lanterna è provveduta di un lume reciproco che illumina 120° dell'orizzonte e si compone di quattordici lampade Argand e quattordici riverberi piani della miglior costruzione. Si giugne alla lanterna con novantotto scalini di ferro fuso. Il faro compiuto fu, giusta il convenuto, eretto e tutte le parti ne furono connesse ed ora trovasi in istato completo sopra un terreno elevato presso al canale. In due occasioni la lanterna fu illuminata, e produsse un effetto sorprendente, oltrepassando l' aspettativa, e di notte scorgeasi ad una distanza grandissima. I disegni ec., furono somministrati dal sig. Cowper il chiaro ingegnere delle manifatture di Londra. Il faro è stato costrutto per la Compagnia delle Indie Orientali, ed è destinato per la punta di Middleton nell' isola di Sangor nell' India.

(*Birmingham Gazette*).

Telegrafo attraverso l' Atlantico. — Un certo sig. Reynolds di Nuova York, propone di costruire una comunicazione telegrafica attraverso l' Atlantico. Egli crede che questo progetto sia praticabile e sicuro, e stabilisce per base che la distanza tra il Capo Canso al di sopra di Halifax sulla costa Americana ed il punto più prossimo dell' Irlanda, presso Galway, non è che di circa 1600 miglia, lungo i banchi di Terranova che, come si sa, si estendono fino a 160 miglia dalla costa d' Irlanda ad una profondità media di 800 piedi. Una linea di questa lunghezza composta di quattro fili perfettamente isolati in un tubo di gutta perca delle dimensioni che egli propone, durerebbe centinaia di anni, giacchè la sostanza isolante è indistruttibile nell' acqua, ed ha una forza quasi eguale al ferro. Una tal linea peserebbe circa 10 000 tonnellate e richiederebbe circa 1500 tonnellate di ancore di ferro. Il costo totale dell' apparecchio in uno stato completo per poter agire, sarebbe di meno di 3 milioni di dollari.

(*Civil Engineer and Architect's Journal.*)

Palazzo Galleggiante. — Un certo sig. Spaulding si occupa di costruire a Cincinnati un gran bastimento per appresentazioni teatrali, equestri e serragli di fiere. Questo bastimento sarà lungo 400 piedi, largo 120 nel mezzo e conterrà 4000 spettatori. Esso sarà rimorchiato da due vapori per le varie città sul Mississipì ed i suoi confluenti in està, e sarà ancorato al Levee a Nuova Orleans l'inverno. Il costo si stima dover essere di 40 000 dollari.
(*Civil Engineer and Architect's Journal.*)

Stereocromia. — L'attenzione degli artisti è fissata in Alemagna dalla scoverta d'un nuovo processo di pittura murale. L'autore dell'invenzione è un artista di Monaco, il professore Von Fuchs. Si crede che questo genere di pittura ha il vantaggio non solo di permettere di ritoccare molte volte il disegno, ma che possa pure garentire al lavoro artistico una durata inalterabile, giungendo a preservare lo stesso muro sul quale il dipinto è stato eseguito. Per l'azione chimica di una soluzione di cui s'inaffia la pittura mentre si lavora, tutta la parete si riveste d'una specie di smalto e gli stessi colori si convertono in pietra dura. Nè l'umidità nè il calore hanno azione su questa superficie indurita. Si è fatta l'esperienza di spandere sopra un saggio di questo genere di pittura posto orizzontalmente dello spirito di vino che si è fatto bruciare. La combustione non ha lasciato alcuna traccia o fenditura. Il celebre Kaulbach esegue presentemente nella sala del Museo di Berlino una serie di dipinti con questo processo, al quale si è dato il nome di *stereocromia* per la sicurtà di durata che offre. In grazia del ritrovato del professore Von Fuchs, Kaulbach ha potuto dare, si dice, a' suoi dipinti del Museo la più brillante vivacità ed al tempo stesso la più soddisfacente armonia. Un saggio di *stereocromia* è stato offerto al pubblico europeo nella grande esposizione di Londra. Il pezzo inviato è una figura di profeta dipinta dal signor Muhr sopra un disegno del suo maestro Kaulbach.

Se la stereocromia possiede realmente le qualità che le si attribuiscono, il suo uso non si limiterà all'ornamento interno, alla rappresentazione di scene istoriche od ideali, ma si estenderà del pari a colorare l'esterno dagli edifizî. Come osservava recentemente il direttore della Rivista, la quistione artistica di convenienza e di bellezza relativamente al colorito esterno delle costruzioni moderne si rende complicata, ne'climi del Nord, con una quistione di scienza ed industria, perchè bisogna che se si vogliono colorire gli edifizî il colorito sia durevole. Questa quistione di scienza e d'industria sembra oggidì risoluta tanto per le scoverte del professore Von Fuchs che pe' processi di pittura a smalto su pietre di lava spiegati dal sig. Jollivet.
(*Revue générale de l'architecture.*).

Nuovo ponte a Verona sull' Adige. — Questo ponte si costruisce per la strada ferrata lombardo-veneta sul progetto del sig. Ingegnere in capo Amai. La sua lunghezza totale è di 270 metri, la larghezza di metri 8.60 senza i marciapiedi e l'altezza di metri 12 compreso il parapetto. Il fiume ha in origine la profondità di metri 2 sotto la magra e si eleva sulla massima magra di metri 4.60 nelle grandi piene.

Il ponte ha cinque archi maggiori ciascuno di 29 metri di corda, e di 6 metri di freccia; ha quattro archi minori di metri 12 di corda e di metri due di freccia; ha finalmente due sottopassaggi per due strade laterali, e questi praticati nelle due grandi spalle, ciascuno di 4 metri di luce, a pieno centro, e dell'altezza di 8. Queste due luci presentano l'aspetto di due vaghi portoni.

Le pile dei grandi archi hanno 5 metri di spessezza; i parti acqua sono tondi ed hanno tre ritagli al fondo alti $0^{m}.75$ ciascuno. Le opere di fondamento sorgono sopra le solite palafitte e graticolate.

L'epoca dei lavori del nuovo ponte ebbe principio al mese di febbraio 1850. Nell'inverno del 1850 furono fondate le due spalle larghe metri 20 ciascuna, ed una pila larga metri 5. Questa pila che tutta Verona, ed anche uomini dell'arte credevano non si sarebbe in quel tempo potuto erigere con buono effetto, si vide invece sorgere sopra le acque del fiume quasi per arte d'incanto un buon mese prima del termine stabilito. Nel 1851 si svilupparono i lavori con molto vigore, sì che tutte le pile furono fondate, eccettuata una sola, essendone impedita la fondazione dalla piena dell'Adige avvenuta il 25 aprile per lo scioglimento delle nevi, anticipato di due settimane in quell'anno, cosa che a memoria d'uomini non si era veduta.

L'opera fu continuata con tal fervore che nel mese in corso saranno chiusi tutti gli archi; e se il tempo lo permetterà in novembre saranno posti in opera i parapetti, e nel prossimo inverno saranno levate le armature.

Stimiamo opportuno di dare ai nostri lettori alcune particolarità sulla costruzione di questo ponte, cioè sul metodo dei lavori, sulla quantità delle armature, delle pietre lavorate, e sul movimento dei materiali. Non sapremmo come altrimenti dar loro un'idea più soddisfacente e precisa dell'importanza di quest'opera.

I lavori di asciugamento per le fondazioni furono intrapresi da prima coi metodi ordinarî, e verso la fine del 1850 fu posta in attività una macchina a vapore. Tre ve ne furono adoperate in appresso, e sempre con esito più o meno incerto. L'ultima per altro riuscì a meraviglia. In virtù di essa fu procacciata una economia di 600 uomini e di molto tempo. Tre sole persone vi furono impiegate, cioè un meccanico, un fuochista ed un manuale per l'apprestamento del carbone. La macchina era della forza di 15 cavalli.

L' uso di questi agenti meccanici sconosciuti all'antichità può condurre le opere di fondazione negli edificì idraulici ad un tal grado di sollecitudine, di sicurezza e di profondità, da renderle assai più solide e durevoli che in generale non fossero prima di una siffatta applicazione del vapore all'industria edificatrice.

Anche il trasporto dei materiali coi mezzi ordinarî è lento, ed espone più volte a gravi pericoli i lavoratori; il perchè il sig. Talachini, assuntore dell'impresa, infaticabile in tutto ciò che può contribuire alla prontezza ed al buon esito dei lavori, fece costruire a Genova una macchina per tradurre e mettere in opera con somma facilità anelli, cunei, e pietre lavorate di mole e peso. Una di queste macchine che supplisce a migliaia di braccia, e fa serbo di un tempo prezioso, l'abbiamo veduta operare noi stessi nella costruzione del gran ponte della Nidek a Berna, diretta dal sig. Ingegnere Emmanuele Müller di Altorfo. Colla macchina usata a Verona, senza nessun pericolo, e con prestezza mirabile, si levava da cento metri di distanza dal ponte un monolite di 4 metri cubi di volume, era condotto sulla strada ferrata al piede dell'armatura, levato all'altezza da 8 a 10 metri, condotto da un estremo all'altro del ponte che è lungo 270 metri, trasferito dalla parte esteriore all'interno del ponte, e messo in opera in meno di un quarto d'ora, coll'aiuto di soli 12 uomini. E tutto ciò quasi senza ponti di servizio, perocchè vi bastava una ruotaia per parte del ponte, e qualche tavola laterale per togliere la vista dell'acqua. La macchina nel suo movimento trasportava i lavoratori sui ponti mobili attaccati alla medesima.

In tal modo la macchina ha agevolato e sollecitato incredibilmente i lavoratori nell'asciugamento, nel battere le palafitte, e nella collocazione delle pietre in opera.

Per un ponte di questa grandezza era necessario un monte di legname nelle armature dagli archi, e tuttavia vi furono consunti 1218 metri cubi di legno larice, e circa 9800 metri lineari di legname della grossezza di $0^m.30$ per $0^m.30$.

Nei soli cinque archi principali senza il rivestimento dei timpani furono posti in opera 2500 metri cubi di pietre lavorate. E non furono poche le difficoltà superate per rinvenire, estrarre e trasportare sul luogo le pietre occorrenti, malgrado le cave di pietre che abbondano nei contorni della città, e ciò specialmente per la brevità del tempo prescritto, condizione a cui non si può adempiere senza l'impiego di forze superiori. Il perchè fu mestieri far di continuo lavorar nelle cave più di 300 taglia-pietre, e provvedere pel trasporto de' materiali 48 vigorosi cavalli nell'Alemagna, e molti veicoli appositi, mediante i quali si trasferivano i pezzi del volume di 4 metri cubi.

Il superare felicemente tutte queste difficoltà in modo da combinare l'adempimento esatto del proprio dovere col minor danno possibile dell'impresa, non è soltanto merito di chi ha redatto il progetto dell'opera. Le massime difficoltà di un'opera idraulica risiedono quasi sempre nella esecuzione; il perchè il più delle volte la condotta di un lavoro di questa natura dipende in tutto dall'intellett o dei capimastri piuttosto che dal genio dell'autore del progetto.

Eppure malgrado ciò la gloria delle opere è tutta di chi le ha immaginate, quand' anche non di rado le modificazioni che v'introduce il pratico nell'atto dei lavori mutino in gran parte l'economia del progetto primitivo.

Quanto alla decorazione del ponte essa è della massima semplicità. In generale tutte le sue parti sono liscie, e ben lavorate a martellina, meno i cunei dei fregi che presentano un bugnato. Il ponte è coronato da un cornicione a modiglioni di ottimo effetto.

Tra i due archi laterali, posti tra i grandi archi e i passaggi aperti nelle spalle, la pila è di soli tre metri di grossezza, e vi sono praticate tre mine per far saltare in aria il ponte in caso di bisogno in tempo di guerra. Siffatte mine sono praticate del pari in due pile degli archi maggiori, di guisa che questo grande e dispendioso edificio porta in sè il germe della propria distruzione.

Gli archi del ponte hanno in pietra soltanto gli anelli delle raude, il resto è di mattoni.

A capo il ponte è costrutta una coscia che sostiene l'argine della strada con due bellissime gradinate per scendervi, e mette ad un marciapiede che corre tutto il lungo del ponte sostenuto da modiglioni robustissimi e di bellissimo effetto. Il marciapiede è riparato da una bellissima ringhiera gotica di ferro fuso, simile a quella che vedemmo in opera a Zurigo, e che corona il bel ponte sulla Limmath del Cav. Negrelli.

Fra il marciapiede ed il vivo del ponte è praticata una bellissima balaustrata con colonnette pestane, e pilastrini di un metro interpolatamente, cinque per ogni arco grande, e due per ogni arco minore, ed un pilastrino più grande sopra le pile maggiori e minori. Le spalle formano due piazzette laterali. Il ponte è largo metri 8.60, ma questa larghezza è destinata alla strada ferrata; vi sono poi i due marciapiedi difesi dalla balaustrata internamente, ed esternamente dalla ringhiera, e questi hanno la larghezza di metri 1.20, ciascuno, per lo che la larghezza totale è di metri 11. I corsi del ponte sono sempre i medesimi per le altezze, le linee corrono per tutta la lunghezza del ponte, ciò che dà all'edificio un'aria di grandezza e di solidità monumentale.

Tale è già in gran parte il ponte Francesco Giuseppe a Verona sull'Adige, e tale sarà quando in breve condotto a compimento si aprirà al transito della strada ferrata lombardo-veneta. (*La Bilancia*, — *7 agosto 1852.*)

RICERCHE SUL METODO DI FONDARE PER IMMERSIONE

Pel sig. Beaudemoulin, Ingegnere in capo di Ponti e Strade.

(Annales des Ponts et Chaussées. — 1851.)

Ho letto con molto interesse le osservazioni dell' ingegnere in capo sig. Noël pubblicate negli Annali de' Ponti e Strade del 1850 , 2.° fascicolo (a).

Il buono , anzi al dire del sig. Vicat prodigioso , successo riferito dall' autore , ed ottenuto nella fondazione del bacino di raddobbo n.° 3 di Tolone deve richiamare l' attenzione degl' ingegneri, e spingerli ad imitare i procedimenti di cui si fa la descrizione in quella memoria.

Ma l' arte delle costruzioni scenderebbe al rango di mestiere se si limitasse alla raccolta de' fatti ; non può elevarsi ed ingrandirsi che pel mezzo della discussione filosofica delle conseguenze.

Questo sistema mi è sembrato sempre utilissimo per discernere gli elementi, spesso complicati, de' problemi, per guidare nella scelta de' procedimenti conosciuti , e nella ricerca di quelli non ancora trovati.

Mi accingo a farne un' applicazione all' articolo importante delle fondazioni per immersione, di cui mi sono molto occupato. La memoria del sig. Noël cita la fondazione della chiusa di Uninga, una delle prime che io abbia fatte ; io ho in seguito diretta la costruzione , su fondazioni dello stesso genere , di un gran numero di opere, fra le quali dei *viadotti* (b) di 22 e 23 metri di elevazione (1).

La citazione fatta e l' esperienza da me acquistata mi spingono a pubblicare il risultato de' miei studi ; il mio scopo è di chiarire e di ben determinare alcune delle regole dell' arte ; e quindi di evitare per lo avvenire le prove a tentoni che spesso costano molto.

La discussione che intraprendo comprende l' esame dei procedimenti adoperati in molte grandi fondazioni e precipuamente in quelle de' bacini di Tolone molto notabili sotto questo rapporto ; essa non può avere scopo di critica particolarmente pel bacino n.° 3 del quale i mezzi di esecuzione sono stati nello insieme e nelle parti principali gli stessi di quelli di cui io ho fatto uso nel 1825 nella fondazione della chiusa di Uninga. Le diversità di cui farò cenno più innanzi han riguardo soltanto alla scelta delle casse d' immersione e di alcuni procedimenti per l' evacuazione della melma.

Riepilogo de' processi usati nel 1825 alla chiusa di Uninga. — Una memoria pubblicata nel 1829 col titolo: *Ricerche teoriche e pratiche sulla fondazione per immersione de' lavori idraulici e particolarmente delle chiuse* (2), dà conto dei particolari delle operazioni eseguite ad Uninga.

Io credo utile riepilogarli per farne conoscere lo insieme e la combinazione.

1.° *Nettamento a vivo del suolo di fondazione* togliendo con cura la melma depositata durante lo scavo, col mezzo delle cucchiaie quando essa è densa , e col mezzo della scopa quando è allo stato liquido.

Come conseguenza , stabilimento d' un canaletto aperto all' intorno ed al di sotto del piano delle fondazioni per attirare e raccogliere naturalmente la melma pel declivio e per l'azione incessante dell'acqua. La scopa serve particolarmente a nettare le parti concave del cavo ed a spingere la melma liquida nei canaletti verso le uscite praticate.

(a) L' articolo da noi pubblicato pag. 111, di cui il presente combatte alcune conchiusioni relative alla immersione dello smalto. Noi abbiamo creduto dover riportare ambedue questi articoli perchè il lettore possa paragonarne i ragionamenti e formarne un giudizio.

(b) D' ora innanzi useremo questo vocabolo, adottato in molte lingue per indicare que' ponti, molto in uso nelle strade ferrate, i quali non servono soltanto per attraversare fiumi e canali, ma spesso son destinati al solo scopo di tener elevata la via dalle circostanti campagne.

(1) La maggior parte, anzi quasi tutti i lavori d' arte tra Tours e Châtellerault erano a compimento quando io lasciai il servizio della 1.a sezione del cammino di Bordeaux al primo ottobre 1848. Però restava tuttavia a doversi costruire una parte de' parapetti e delle coperture a' viadotti dell' Indro, della Manse, delle Creuse e delle Vienna. Il restauro di quello di Grammont presso Tours eseguito posteriormente, è stato fatto col sistema indicato nel mio avviso annesso al rapporto ed introduzione al progetto del signor Morandière in data del 4 agosto 1847.

Fo cenno di questi fatti , perchè nella inaugurazione della linea nel 1851 , la parte ch' io aveva avuto nell' opera è stata passata sotto silenzio, e non ne resterebbe traccia se l' Ingegnere signor Desnoyers non l' avesse lealmente fatta conoscere nel suo scritto sulle fondazioni e levata delle centine (*Annali de' Ponti e Strade*, 1849 T. XVIII 2.a serie).

(2) La descrizione de' procedimenti forma la prima parte della memoria , la seconda tratta dalla teoria delle sorgenti a serbatoio più elevato del nappo d' acqua circostante e della loro azione sullo smalto immerso.

Questa teoria , interamente nuova allora , ha fissato principalmente l' attenzione della commessione de' canali e del consiglio generale de' ponti e strade.

I rapporti di questi due collegî , fatti in aprile 1828 , sono stati stampati coll' opera nel 1829. Il mio lavoro era stato trasmesso all' amministrazione nell' ottobre 1826.

Un rapporto del pari molto favorevole è stato letto dal fu signor Navier nell' Accademia delle scienze nella seduta del 15 febbraio 1830. Esso è stato pubblicato in gran parte dal Giornale *le Globe* del 17 febbraio.

2.° *Vuotamento anche molto accurato della melma liquida o poltiglia* (*laitance* (3)) che si deposita mentre si getta lo smalto e ne altera la qualità.

Come conseguenza, immersione del masso *in un solo strato* spingente innanzi di sè e col suo peso le materie molli ed avvanzantesi con una scarpa la più erta che sia possibile senza scorrimento, di maniera che la poltiglia sotto la pressione successiva dello smalto immerso e della mazzeranga scorra verso la scarpa e sia menata alla base per la battitura e per l'aspirazione dell'acqua per essere di là portata con le scope nei canaletti.

Come conseguenza accessoria ma importante per la regolarità ed esattezza del lavoro, la immersione dello smalto con casse e non con tramogge, manovrandosi le dette casse negl'intervalli delle zattere legate tra loro, e formando una piattaforma rettangolare su tutta la larghezza del recinto, di maniera che ogni spostamento non possa esser operato che per un movimento parallelo.

3.° Costruzione per immersione delle ture laterali a smalto che debbono entrare più tardi nel corpo de' muri di sponda. Si risparmia così la spesa enorme delle ture in terra, preparando per la base de' muri di sponda un masso più stagnante e meno compressibile dalla fabbrica di pietre.

L'esposto sunto, estratto dal mio scritto pubblicato nel 1829, riproduce, con piccole differenze, le operazioni fatte nel 1841 e 1842 al bacino di raddobbo n.° 3 di Tolone.

Io mi accingo a ritornarvi con particolari nuovi e comparativi per penetrare più addentro nella quistione che ci occupa.

Sono obbligato per la discussione de' procedimenti di citare sovente la fondazione della chiusa di Uninga e di stabilire tra essa (*si parva licet componere magnis*), e quella del bacino di Tolone una specie di paragone; io ho fatto in seguito de' lavori ben più importanti che questa chiusa e per lo aspetto e per la spesa; ma essa è la sola che si presti all'analogia.

Discussione de' procedimenti di sfangamento. — Togliere la melma deposta al fondo de' cavi è certo la operazione la più importante. Essa sembra del tutto semplice, e pur nondimeno è stata troppo sovente trascurata, anche nelle fondazioni di primo ordine.

Ad Uninga, per un cavo in un suolo di sabbia il quale è durato sei mesi e per un'altezza d'acqua di quattro a cinque metri, la melma di tal natura ha formato uno strato generale di $0^{m}.25$ a $0^{m}.30$ di spessezza.

Ai bacini di raddobbo n.° 2 e n.° 3 di Tolone, con un cavo in un suolo argilloso, il *safre*, che ha durato più di tre anni pel primo e almeno due pel secondo (notizia del Signor Noël pag. 115 e 119) con una altezza di acqua di 11 a 14 metri, la spessezza dello strato melmoso ha dovuto essere ben più considerabile che ad Uninga.

Sembra che il sig. Noël non l'abbia misurata; ma egli dice pag. 119 di aver impiegato *tutto l'anno 1841 a togliere il fango accumulato al fondo del cavo pel lavoro delle cucchiaie, e che questa operazione ha portato via una quantità enorme di melma* (4).

Fondazioni notabili comparate sotto al riguardo dello sgombramento di melma; primo bacino di raddobbo a Tolone. — Il celebre Groignard che ha fondato nel 1755 il bacino di raddobbo n.° 1 a Tolone, non si è punto occupato della melma prodotta nel cavo. Il sig. Noël fa notare, pag. 113, questa omissione e del pari il risalto di sei pollici che Groignard avea per una male intesa imitazione della costruzione de' vascelli data a sette traversini del suo cassone formandone come altrettante chiglie.

Io dubito che un ingegnere così stimabile si sia arrestato ad una imitazione insignificante. Egli avrà voluto probabilmente limitare a sette solchi la speciale attenzione da dare allo scompartimento del fondo, e formare sei divisioni ove la melma ristretta dal risalto e compressa dal cassone avrebbe dato uno strato naturalmente ripartito. In questo senso le chiglie sarebbero state adottate a ragione, e la melma non potea nuocere poichè il cassone aveva un fondo. Sventuratamente vi erano delle ineguaglianze maggiori di sei pollici e ne' solchi e nel resto del cavo: da ciò un falso appoggio e le rotture nel cassone.

Chiusa di Uninga sul Reno. — Quest'opera fondata nel 1825, sembra essere stata la prima nella quale si sien poste cure speciali per togliere la melma del fondo. I particolari di quest'operazione sono riportati nelle mie *Ricerche Teoriche* ec. pag. 17 a 20.

I muri di sponda di $8^{m}.55$ di altezza e la platea non han risentito alcun cedimento.

Bacino di raddobbo n.° 2 a Tolone. — Per questo lavoro, di cui l'immersione dello smalto è cominciata il 4 marzo 1832, la sola precauzione che si sia presa contro la melma prodotta dal cavamento è indicata ne' seguenti termini nella memoria del sig. Noël pagina 115.

» Si fece un gettito di pietrame con lo scopo di aggua-

(3) Io uso la parola *laitance* perchè è divenuta di un uso generale: l'espressione melma fluida di cui mi serviva nel 1829 è più esatta come si vedrà in seguito.

(4) Il signor Noël spesso chiama la melma del fondo *fango liquido.* Io ho trovato sempre lo strato inferiore abbastanza solido riempiendo bene la cucchiaia a mano.

Io credo che la durata del cavo e la pressione dell'acqua contribuiscano a dargli questa consistenza; soltanto esso la perde pel movimento degli utensili. È perciò che fa d'uopo adoprare la cucchiaia prima e quindi la scopa.

» gliare il suolo, di far restare nell'intervallo delle pie» tre la melma liquida che il lavoro delle cucchiaie avea » lasciato nel fondo del cavo e di coprire le teste dei pali » che potevano restare un poco sporgenti. »

L'insufficienza di un tale palliativo apparisce con evidenza se si considera che si trattava di riporre negl'intervalli di un letto di pietrame la melma accumulata per un cavamento che era durato tre anni.

Non bisogna cercare altrove la causa capitale di quanto è avvenuto al bacino n.° 2, come cedimenti ineguali nei muri di sponda, gonfiamento e rottura della platea ec., descritti dalla pagina 116 alla pagina 119 della memoria del signor Nöel.

Di questa causa non si fa neppur menzione nella memoria. L'imperfezione delle ture a smalto vi è sola presentata quasicchè questa parte accessoria avesse potuto produrre i disordini avvenuti alla base fondamentale. Io farò vedere bentosto nel articolo *ture a smalto* che questa imperfezione non ha potuto avere che una influenza ben leggiera e forse nulla su' risultati.

Se gli accidenti hanno avuto un termine che ha permesso di riparare il bacino n.° 2 e di metterlo in buono stato di servizio, ciò si deve attribuire dapprima all' ammirabile lotta di perseveranza ed abilità sostenuta dall' ingegnere contro difficoltà quasi invincibili, quindi al sistema generale di pali battuti ad un metro da asse ad asse (pag. 115) senza il quale si sarebbero avuti ben più considerabili affondamenti nella melma; poichè la spessezza dello strato melmoso trovato di $0^{m}.30$ ad Uninga doveva certamente essere più del doppio a Tolone, per un cavo nel *sâfre* a 11 metri sotto dell' acqua e che era durato tre anni.

Questo sistema di palafitta che è in poca armonia con quello dello smalto per immersione, e che avea per iscopo (pag. 115) non di sostener l' opera, ma di condensare il suolo, mi pare avere, nel fatto, prevenuta la rovina del bacino n.° 2.

Poltiglie o melme fluide ; origine e natu a. — Le poltiglie sono distinte dalla melma di cui ho parlato. Esse son prodotte dal mescuglio di parti argillose provenienti dal cavo con le parti calcari tolte allo smalto.

Risulta da questo mescuglio che la poltiglia non s' indurisce quando si è depositata, mentre che la calce idraulica sola, anche molto divisa dal dilavamento, prende una buona consistenza

Così al tempo della demolizione, fatta nel 1838, delle fondazioni sopra scogli di molte pile del ponte di Tours, sotto le quali erano state fatte nel 1835 delle iniezioni di calce idraulica, si sono estratti de' massi calcari situati in tre o quattro cavità a 10 metri in circa dal centro d' iniezione. Questi massi, grossi ognuno quanto una pietra ordinaria da fabbricare, avevano la consistenza da una buona pietra calcare tenera; essi non erano saturati di acido carbonico e dovevan continuare ad indurirsi e provenivano evidentemente dalla parte la più leggiera e la più dilavata de' getti di calce (*Annali de' Ponti e Strade* 1839, 4.° fascicolo, nota alla pag. 122).

L' acqua è di già carica di argilla quando la calce tolta allo smalto vi si mischia; essa ritiene per ben lungo tempo quest' argilla; perchè allor quando diviene limpida due o tre mesi dopo l' immersione, essa lascia vedere il masso di fondazione tappezzato d' uno strato generale di colore oscuro. La sua limpidezza è tale allora, che a due metri al di sotto della superficie si può riconoscere ad occhio nudo se il masso è traversato da sorgive a serbatoio più elevato che il nappo ambiente, del genere di quelle di cui nelle mie *Ricerche teoriche* ho fatto vedere l' origine. La posizione di queste sorgenti è indicata, per ciascuna, prima dell' aggottatura, da un enfiamento conico formato da particelle calcari che si veggono scaturire e muoversi se l' altezza dell' acqua non eccede un metro.

La bianchezza di questi enfiamenti si distingue sul fondo nerastro, e prova nel tempo stesso l' esistenza delle sorgive e quella del deposito argilloso che si fa in ultimo.

Abbondanza delle melme fluide nella composizione della poltiglia. — L'argilla entra in gran parte nelle poltiglie. La calce interviene meno come volume, che come principio colorante e precipitante (5).

Io aveva annunziato questo fatto nelle mie ricerche teoriche, ec: ed aveva detto pag. 17 e 18 che le melme fluide provenivano meno dal dilavamento dello smalto, che dalle parti argillose messe in sospensione dalle cucchiaie.

È importante di sviluppare questo assunto. Io dirò dapprima che ci formeremmo un idea molta inesatta della quantità di argilla o di melma contenuta in un cavo qualunque, se volessimo aver riguardo soltanto all' apparenza dell' acqua.

Gli elementi terrosi, separati e posti in sospensione dall' operazione delle cucchiaie si depongono in seguito, disponendosi a scale secondo il loro peso specifico. I più

---

(5) La facoltà precipitante della calce è ben conosciuta nelle arti. Essa viene adoperata per chiarire.

Una piccola esperienza, che ognuno può ripetere, dà idea di ciò che avviene dopo l' immersione dello smalto. Prendete due bicchieri pieni di acqua: mettete nell' uno della calce, nell' altro della terra; mescolate con una verga; quindi decantate per separarne le parti grosse.

De' due liquidi residui, quello calcare precipita immediatamente, è trasparente in pochi minuti, e limpido in poche ore; esso forma alla superficie una crosta esile d' idrato carbonato.

Quella terrosa non diviene trasparente che dopo due o tre ore; e non è limpida neppure dopo un mese.

Prendete i due liquidi, e dopo averli agitati, versate una parte del calcare in quello argilloso, quest' ultimo diverrà limpido in due o tre giorni.

densi formano lo strato inferiore di cui ho parlato innanzi. Gli altri più sottili non facilmente tolti con l'operazione delle cucchiaie compongono ciò che io chiamo melme fluide tanto in sospensione che a strati.

L'immersione dello smalto agita l'acqua alla superficie, ma particolarmente verso il fondo. Quando si getta questo smalto, tutta la melma si solleva in una densa nuvola di cui una tenue parte segue il movimento della cassa saliente, la maggior parte restando trattenuta dalla zona liquida poco agitata. Essa precipita in seguito sollecitata dalla calce che vi si unisce per formare la poltiglia.

Questa melma prodotta da uno scavo di gran volume, aumentata d'altra parte dalla precedente operazione delle cucchiaie nello strato inferiore, ha un'abbondanza da non credersi, e di cui si può farsi un'idea, immergendo come io ho fatto sovente, per diverse ragioni, un cannocchiale, sia in un recinto, sia in qualche parte di un fiume a debole corrente (c). Se il cannocchiale tocca il fondo, esso fa sorgere per 20 a 30 centimetri d'altezza una nuvola intensa che arresta la vista per qualche minuto. Se si agita il cannochiale, la nuvola aumenta d'intensità e di durata, ma non sale alla superficie per poco che vi sia un'altezza di acqua di circa un metro. In mancanza di un cannocchiale si può scorgere gli stessi fatti, in minor proporzione, immergendo semplicemente un bastone in qualche pozzanghera, o ruscello a letto argilloso, essendo l'acqua chiara e di poca profondità. (6)

(c) I cannocchiali d'immersione, utilissimi ne' lavori idraulici e specialmente quando si tratta di riconoscere lo stato delle opere che sono sotto l'acqua, furono adoperati per la prima volta dal sig. Beaudemoulin nella costruzione del ponte di Tours; ve n'eran de' semplici e de' composti. I primi, detti cannocchiali diretti, di facilissima costruzione, consistono in un tubo conico di latta, aperto dall'alto e chiuso al basso da un vetro molto bene attaccato con mastice; questo vetro può essere piano, ma se è leggermente biconcavo dà maggior nettezza. Il sig. Beaudemoulin ne ha fatti di 2 a 3 metri di lunghezza ed aventi per obbiettive de' vetri di m.0.7 a 0.8 di diametro; con questi nell'acqua chiara, a 5m. di profondità, si comincia a vedere accostando l'obbiettiva al fondo e l'occhio all'orifizio superiore; a 2.m ed a profondità minore, anche nell'acqua torbida si distingue fino al minimo granello di sabbia senza esser obbligati di accostar l'occhio presso l'orifizio. Invece del mastice può adoperarsi una scatola a vite per contenere l'obbiettiva.

Quanto a'cannocchiali a riflessione, a quelli a lampada, ed a quelli a campana del sig. Vouret, de' quali si legge la descrizione negli Annali de' Ponti e Strade del 1838 e 1841, ci basterà accennare che la costruzione ne è più complicata, più difficile l'uso, e rarissimi i casi ne' quali sieno preferibili a quelli semplici.

(6) Lo strato di fango vischioso di pochi centimetri di spessezza, che si trova sopra una fondazione e che proviene dagli ultimi depositi di materie più tenui, fa comprendere ancora quale doveva essere l'abbondanza delle melme durante l'operazione delle cucchiaie, ed intanto una notabile parte di questo strato è stata tolta dalle trombe dell'aggottatura interna.

Io entro qui in particolari minuti, ma si tratta di portar lume sopra un punto importante e di distruggere un errore quasi generale.

Dilavamento dello smalto. Errori sulla sua importanza.— Il colore, quantunque indichi un mescuglio, e non sia quello della calce, ha fissato l'attenzione degl'ingegneri: si è dato il nome di poltiglia alla melma fluida; si è attribuita la sua formazione unicamente ad un enorme dilavamento dello smalto, ed ognuno si è sforzato di trovare i mezzi, inefficaci del resto, per diminuire questo dilavamento.

Il signor Noël dice nella sua memoria, pag. 123 « Confesso che io era talvolta spaventato vedendo l'enorme » quantità di elementi che erano così sottratti allo smalto; ma mi rassicurava pensando che questa materia » inerte era già separata, e che la sua presenza non » potea esser che molto nociva. L'esperienza ha dimostrato che il toglierla aveva dato i migliori risultamenti, e lo smalto non è apparso per nulla smagrito. »

La specie di contradizione che qui appare tra l'*enorme quantità di elementi sottratti allo smalto* e lo *smalto per nulla smagrito* risulta dall'errore di stima ch'io ho giudicato importante di combattere.

Il dilavamento dello smalto non è enorme; esso è superficiale, se si ha cura d'immerger lo smalto a masse aggregata senzacchè le materie rotino o sdrucciolino; esso aumenta meno in ragione dell'agitazione dell'acqua, che per altro lo produce (7), che in ragione delle parti poste a contatto con essa sia per superficie, sia per disgregazione.

Il volume del cavo, quello dell'acqua che esso contiene sono ciascuno molto più grandi che quello dello smalto, ed *a fortiori* che quello della calce; si deve ora comprendere come le melme fluide, tanto quella in sospensione, che quella elevata dal fondo, possano e debbano avere, unendosi per precipitare, un volume maggiore di quello della porzione di calce separata dallo smalto; come le poltiglie nelle quali entrano le calci più energiche restino inerti; come infine esse si mostrino in quantità enormi senza che lo smalto sembri in seguito smagrito.

Il loro colore latte e cioccolatta, che ha fatto prendere l'equivoco, non è d'altra parte che quello dell'argilla molto divisa con leggiera aggiunzione di calce.

Influenza della melma fluida sullo smalto ed importanza di eseguir le fondazioni in un solo strato. — Le poltiglie non possono generalmente produrre accidenti tanto gravi quanto la melma compatta; la loro qualità di fluido le fa salire sotto peso dello smalto che s'immerge; ma attraversandolo, esse vi si amalgamano e ne alterano la quantità.

---

(7) Io darò in seguito, sotto il titolo *particolari sul dilavamento dello smalto durante l'immersione,* delle pruove decisive in appoggio della mia opinione sul dilavamento superficiale.

Alcuni ingegneri, fra quali il sig. Bernard (memoria del sig. Noël pag. 117) han discorso de' serbatoi di melme racchiusi in un masso di fondazione. *Essi sono possibili* con una costruzione a smalto fatta a più strati posti ad intervalli abbastanza lunghi perchè la poltiglia ristretta nelle parti vuote abbia il tempo di prender consistenza ; *essi nol sono* per un masso di un solo strato che avanzi regolarmente rimovendo pel suo peso la melma molle , espellendo quella fluida con una scarpa abbastanza erta senza sdrucciolamento.

Questa formazione in un solo strato ha dunque una grande importanza nel mio sistema , ed io debbo discuter qui una opinione contraria, che il nome del suo autore rende di gran peso e che si trova in una nota sull' immersione dello smalto pubblicata negli *Annali di Ponti e Strade* 1846 1.° fascicolo.

Obbiezione alla ripidezza della scarpa ed esame del sistema d' immersione a scarpa scorrevole.—Il sig. Vicat esamina nella detta nota il procedimento che consiste a fare scendere lo smalto sempre sullo stesso punto di fondazione , fino che arrivi a fior d' acqua il vertice del cono così formato , quindi a far pressione su questo vertice , ed obbligare le materie a stendersi sia circolarmente sia innanzi in un solo senso , e così continuando a piccole distanze.

Egli dimostra, con la chiarezza che gli è propria, che questo procedimento disgiunge continuamente la massa immersa e dà luogo ad un movimento rotatorio delle parti che la compongono.

Si può aggiungere che questo movimento di rotazione rende le parti mobili in alto grado, e mette ciascuna di esse in contatto con l' acqua , ch' è carica di argilla , e con le melme fluide del fondo che la guastano a poco a poco. Questa causa ha forse maggiore influenza anche della disgregazione delle parti, perchè questa diminuisce con le cariche successive dello smalto.

Che che ne sia , il processo in quistione non può esser buono, quantunque esso dia meno che gli altri di ciò che chiamasi poltiglia. In fatti lo smalto avanzandosi con movimento dolce e lento , salvo il caso d' istantaneo scoscendimento, si dilava molto poco , e non intorbida l' acqua allo stesso grado.

Non perciò esso è meno viziato , e questo esempio fa comprender bene l' errore di coloro , che ingannati dal colore, han riguardato il dilavamento dello smalto come la causa unica della poltiglia mentre che esso non è che un elemento nella sua formazione.

Dopo questo esame, scopo principale della memoria del sig. Vicat, egli aggiunge, pag. 127: « La prudenza vuole » che si ricorra in questi casi a' metodi razionali consa- » crati, d'altra parte, da grandi esperienze cioè: l'immer- » sione a strati orizzontali successivi od inclinati se si vuo- » le, ma poco, soltanto per agevolare lo scolo della pol- » tiglia fuori del recinto od in uno smaltitoio. L'arte deve » procedere qui come la natura nella formazione degli stra- » ti. Più questi si avvicinano alla posizione orizzontale più » il loro insieme offre resistenza alla pressione verticale. » Il monolitismo completo è impossibile, per la poltiglia , » per quanto piccola ne sia la spessezza, che resta attac- » cata a ciascuno strato. »

Non ostante tutto il mio rispetto per l' autorità scientifica del sig. Vicat, io non posso dividere l' opinione che egli qui dichiara.

Gli strati naturali non possono esser presi ad esempio : se essi sono tenui , ed è questo il caso di una fondazione divisa in molti gettiti, se i depositi argillosi sono interposti, essi cederanno e si romperanno sotto il carico delle costruzioni inegualmente ripartite.

I depositi di poltiglia sia a strati , sia in cavità sono un vizio inerente al sistema della costruzione a smalto a più strati. Il sig. Vicat trova i depositi, per minima che ne sia la spessezza , inevitabili. Il sig. Bernard nella citazione data dal sig. Nöel pag. 117 dice che si forman sovente nello smalto delle cavità ripiene di sostanze molli ec. ; infine gli esempi della chiusa di Saint-Valery fondata in due strati e del bacino di raddobbo n.° 2. di Tolone fondato in tre, sono ben forti argomenti nella quistione.

Una tenue inclinazione non ovvia che poco a questi inconvenienti; essa è resa illusoria per lo scolo della poltiglia per gli sporti che formano i cumoli di smalto successivamente immersi, specialmente se la cassa è di molta capacità; infine essa dà al suo estremo una striscia lunga e sottile di smalto diviso , di cui il peso troppo piccolo onde spingere innanzi la melma del fondo non può che favorire la sua miscela con lo smalto stesso.

Il sistema di fondazione in un solo strato , che io ho sempre adoperato, anche con la spessezza di 4 e 5 metri , mi sembra risultare dalla natura degli elementi del problema , ed avere tutte le apparenze razionali di produrre il monolitismo.

Esso ha per iscopo principale di evitare o di arrestare i depositi di melma sia a strati sia in cavità, di dare al masso , durante la sua esecuzione, una forma che agisca naturalmente e costantemente su questa melma o poltiglia, che tolga a' depositi, durante l' interruzione de' lavori , tutta la funesta importanza che hanno nell'altro sistema.

Lo smalto riposato, battuto con le mazzeranga e disposto secondo una scarpa di $1^1/_2$ a 2 metri di base per uno di altezza, lascia scorrere , secondo la linea di minor resistenza , *naturalmente* per la pressione de' gettiti successivi, *artificialmente* per quella della mazzeranga, la melma fluida sia depositata sia mista con esso. Questa melma non può arrestarsi sopra una scarpa erta e resa sdrucciola dal contatto dell' acqua , ma scende al basso , spinta come è della battitura e scola *naturalmente* verso i canaletti di cinta,

artificialmente per l'azione della scopa che netta le parti concave del cavo; infine, il masso stesso, mantenuto sopra una base di poca lunghezza, agisce potentemente pel suo peso a spingere avanti, sia la melma del fondo che fosse sfuggita all'operazione del cavamento, sia la melma fluida sfuggita alla scopa.

Tutte le parti di questo sistema si concatenano razionalmente. La sola obbiezione che vi si possa fare, è un vago timore di scoscendimento nelle scarpe di smalto di 2 metri di base per un metro di altezza.

Ma fa d' uopo ben considerare, che queste scarpe, la cui unione successiva forma il masso, non sono di materia molle; esse sono riposate, battute e adagiate a porzioni dalla base al vertice in modo che lo smalto non è mai lasciato allo stato mobile. Si dà a'riporti ordinarî di terra la stessa inclinazione, ed anche ciò per precauzione, perchè non la prendono naturalmente. Perchè supporre che lo smalto che convenevolmente adoperato ha maggior forza di aggregazione, non si sostenga con la stessa scarpa?

Io devo dire che nessuna delle molte fondazioni che io ho fatte o dirette secondo gli stessi principî, ha dato luogo a cedimenti che si potessero imputare al gettito dello smalto; che le scarpe aventi, in ragione delle larghezze delle zattere, meno di due di base per uno di altezza, si sono ben mantenute con de' massi di smalto aventi una spessezza di 4 metri a $5^{m}.30$, fra gli altri al ponte di Châtellerault, ed a' viadotti dell' Indro, e della Manse.

Importanza di non adoperare sotto acqua che smalto compatto. — Io aggiungerò ch'egli è importante anche di non usare sotto acqua che uno smalto impastato denso e piuttosto secco che molle.

Citerò a tal proposito un esempio notabile: io ho fatto gettare nella Loira nel 1839, sopra corrente del ponte di Tours, dirimpetto agli archi 10 ed 11, due mucchi di smalto interamente disseccato e che io credeva non buoni ad adoprarsi. Questi due mucchi di cui l'uno formava circa un metro, han preso corpo e formato due scogli visibili ad acque basse, i quali resistono da dodici anni ad una rapida corrente, a repentini scioglimenti di ghiaccio, e la cui materia ha dovuto diventar plastica e resistere quasi subito dopo l' immersione.

Vi sono in tal fatto gli elementi di un' esperienza di cui per altre cure non ho potuto occuparmi. Io ho continuato dunque a ricercare la qualità plastica nello smalto ed anche a rendergliela nel momento dell'immersione con una battitura addizionale nella cassa, raccomandando sempre di non adoperarlo che compatto, e di lasciarlo alquanto trasudare se qualche circostanza atmosferica l'avesse troppo ammollito. Io aggiungo che lo smalto si dilava meno per quanto è più compatto e più secco.

La fabbricazione col pistone è il miglior processo per dare allo smalto la massima aggregazione e consistenza. Io ho lasciato di usarla, forse a torto, perchè essa costa circa due volte di più che la manifattura col rampino e con la marra ed anche perchè io non ho dovuto fondare più chiuse dopo l' anno 1825. Per opere di tal natura, che richieggono lo smalto il più compatto, la fabbricazione col pistone mi sembra dare grande probabilità di buon successo.

Casse a bilico. — Un altro procedimento, di cui ho in molte occasioni raccomandato l' uso, come molto importante sotto il triplo aspetto di facilità, economia e di buona esecuzione, è l'immersione con la cassa a bilico contenente un decimo di metro cubo soltanto.

Io ricordo che la fabbricazione col pistone e la cassa a bilico erano adoperati, prima che io lo avessi fatto, dal sig. Vicat al ponte di Souillac. L' insistenza con la quale io cercherò di mostrare la superiorità della detta cassa non ha altro motivo che la certezza della sua utilità.

La cassa ed il suo carretto sono leggieri e facili a manovrarsi. Un operaio intelligente ed un fanciullo sono sufficienti per immergere, a quattro metri sotto l' acqua, fino a venti casse, o due metri cubi di smalto in ogni ora (*Annali de'Ponti e Strade*, 1841 2°. fascicolo, pag. 228 e 243. *Memoria sul ponte di Tours*).

La cassa dal sig. Noël che conteneva un metro cubo e si manovrava da cinque operai, non produceva di più, poichè il compito giornaliero di ciascuna era di ventidue stazioni (Notizia del sig. Noël pag. 122).

È vero che a Tolone l'altezza dell'acqua era di $9^{m}.50$, ma quest' altezza ha poca influenza sulla durata dell'operazione: sono i preparativi ed i caricamenti che prendon tempo. Uno o due minuti bastano per far discendere la cassa col mezzo del freno alla profondità ordinaria delle fondazioni.

Io dirò, per evitare ogni controversia, che due casse a bilico occupando meno spazio che il carretto del sig. Noël, costando meno pure per le spese di costruzione e d'immersione, avrebbero fatto facilmente lo stesso servizio.

Una zattera leggiera è bastante per queste casse; si determina la sua larghezza in ragione dell' inclinazione che si vuole dare alle scarpe, due per uno per esempio.

Il trasporto col *vassoio* conviene particolarmente in questo caso (d): esso evita molto imbarazzo in una circola-

(d) Questi vassoi possono contenere metri cubici 0.03 di smalto, e pesano carichi chilogrammi 60.60. Portandosi a spalla, si vuotano direttamente nelle casse d' immersione, evitandosi così ripetute maneggiature dello smalto. Quelli adoperati al ponte di Tours contenevano m. c. 0.025 e pesavano chilogr. 52.52; per trasportarli dalle sponde del fiume al sito delle casse d' immersione, il sig. Beaudemoulin aveva stabilito de' cammini sospesi di corde in fili di ferro lungo i quali scorrevano i vassoi medesimi che erano all'uopo muniti di pulegge. I particolari di questo e di altri ingegnosi meccanismi adoperati in quel ponte, la cui descrizione non troverebbe luogo in una nota, sono indicati nella memoria sopra citata degli Annali de'Ponti e Strade del 1841.

zione attiva, non richiede che pochi ponti di servizio, tracce ec., è il più rapido ed il meno costoso quando la distanza non eccede 50 metri; infine esso dà il versamento immediato dello smalto nelle casse.

Questa specie di trasporto non è usato ne' grandi stabilimenti, ma con alquanta fermezza e cura si può facilmente organizzarlo. (8)

Combinando questi mezzi si perviene a comporre il masso di prismi successivi d'un tenue volume che la pressione della mazzeranga unisce immediatamente dalla base al vertice, in modo che lo smalto non resta mai mobile e capace di scivolare, quantunque presenti una scarpa che favorisca lo scolo delle poltiglie.

Io ho detto nelle mie *Ricerche teoriche*, paragonando la cassa alla tramoggia, che qualunque siasi il procedimento d'immersione, lo smalto arriva sempre al fondo molle e diviso.

In ciò io mi sono ingannato. Dopo che ho trovato il cannocchiale ad immersione, io ho veduto, ed ognuno può verificarlo, che con dello smalto impastato compatto la cassa a bilico proietta in una sola volta un prisma di cui i soli spigoli sono alterati (9). Così lo smalto già assettato nella cassa, prima dell'immersione, non soffre dopo disgregamento che nel tempo brevissimo della pressione con la mazzeranga per unirlo e saldarlo al masso generale.

Paragone con le grande casse. — Le grandi casse richieggono delle zattere molto forti, composte di battelli piatti di una tale larghezza, che a Tolone la scarpa del masso non avea meno di 32 metri di base per 4 metri di altezza (Notizia del sig. Noël, Tavola IV).

Con queste casse, e particolarmente quella del sig. Noël che avea un metro di altezza, lo smalto è proiettato con una forza dovuta a quest'altezza più quella di $0^{m}.20$ necessaria pel gioco degli sportelli; esso si stende circolarmente e per movimenti rotatorî delle parti che si allungano in filetti rugosi e si prestano all'amalgama colle melme fluide sollevate. Lo smalto inferiore ancora molle deve d'altronde smuoversi sotto questo gettito.

Tutti questi cumoli di un metro cubo successivamente gettati a fondo producono molte ineguaglianze che arrestano la poltiglia e rendono illusoria l'inclinazione, troppo tenue d'altra parte, data alla scarpa. La prova di queste ineguaglianze, molto più forti che con le piccole casse, si trova nella descrizione (pag. 122) de' procedimenti energici che fu d'uopo adoperare, per agguagliare la superficie del masso.

Questi procedimenti, cioè la battitura con la berta, il ritaglio allo scalpello, potevano esser necessarî per affondare le casse nocciolo delle ture; essi sarebbero inutili ed anche nocivi a causa del disgregamento delle parti pe' casi ordinarî con una cassa nocciolo senza fondo, perchè le ineguaglianze superficiali del masso non hanno alcuna importanza; esse debbono esser molto piccole in un lavoro ben condotto, e d'altra parte quelle che formano risalto entrano senza perdita nella fabbrica della platea.

Ciocchè mi sembra importante, è la battitura o compressione dello smalto man mano che si getta onde spremerne le parti melmose.

Questa battitura immediata non è stata fatta al bacino n.° 3. Essa sarebbe stata possibile, non ostante l'altezza dell'acqua, col mezzo di mazzeranghe caricate, se l'immersione fosse stata fatta con piccole casse; ma si comprende che de'cumoli di un metro cubo debbono opporre una grande resistenza al ripianamento; ed è ciò che ha probabilmente deciso a nulla fare su quella scarpa di 32 metri ove lo smalto si amalgamava tal quale era.

Riepilogando, gl'inconvenienti che io trovo nelle grandi casse sono il prezzo eccessivo di stabilimento e di mano d'opera per l'immersione, la forza e l'ampiezza delle zattere che obbligano a fare una scarpa troppo allungata, il disgregamento che queste casse danno allo smalto durante il gettito, le grandi ineguaglianze che producono, e le difficoltà od impossibilità che ne risultano per la battitura parziale.

Il buon successo ottenuto a Tolone non altera per nulla le conseguenze razionali che io ho dedotto. La poltiglia non ha, come io ho detto, tutta l'influenza che ad essa si attribuisce. Essa altera la qualità dello smalto; ma se i suoi elementi sono molto energici, questo può restare ancora abbastanza buono quantunque alterato. Soltanto questa energia costa caro, e sotto il punto di vista della teoria il successo non è perfettamente giustificato, se non può ottenersi col minor prezzo possibile; la convenienza e l'economia sono i due cardini dell'arte.

Particolari sul dilavamento dello smalto durante l'immersione. — Io ho osservato ad occhio nudo e col cannocchiale immerso ciocchè avviene dopo l'immersione con le casse a bilico.

Quando la cassa discende al disotto della superficie dell'acqua, questa, per uno sforzo di reazione proporzionale alla velocità di affondamento, toglie allo smalto tutto ciò che la sua superficie può cedere di calce. Si forma allora una nuvola di colore biancastro. Ma seguendo con l'occhio e col cannocchiale il movimento della discesa, non si vede che l'acqua tolga altra calce. Mentre agisce il bilico, si produce al fondo e fino alla superficie, secondo che la cassa sale, una nuvola molto più densa che

(8) Esso è stato messo in uso al canale di Berry dall'Ingegnere in Capo sig. Bailloud, che lo ha trovato vantaggioso.

(9) Il sig. Vicat avea già parlato di questo gettito *in un solo masso* dato dalla cassa a bilico nella sua notizia sulla fondazione del ponte di Souillac. (Collezione litografica della scuola di Ponti e Strade).

la prima e di colore più fosco, proveniente dal sollevamento della melma del fondo, dal dilavamento di una maggior superficie del prisma proiettato e da quello della cassa essa stessa, le cui fibre legnose hanno contratto col cemento, compatto ed assettato, una forte aderenza.

Questa differenza di colore tra le due nuvole di cui parlo, e che si osserva bene quando la profondità dell'acqua non e che di 2 a 3 metri, è una pruova che si aggiunge a quelle che io ho già date sull' abbondanza della melma fluida tenuta quasi in sospensione sul fondo.

Io ho veduto qualche volta risalire delle casse che non si eran potuto interamente vuotare, anche scuotendole fortemente ed a più riprese, perchè i fori che attraversano il fondo per fare agire la pressione dell'acqua erano ostrutti. Lo smalto rimasto, quantunque molto dilavato alla superficie per le scosse, non avea perduto la sua forza d'aggregazione, non essendosi separato dalla cassa.

Questo fatto, che si verifica quando non si è avuto cura di sturare i fori di una cassa lasciata qualche giorno fuori uso, viene in appoggio di ciò che ho detto dell'azione puramente superficiale del dilavamento sullo smalto assettato, e del gettito in prismi non disgregati per mezzo della cassa a bilico.

Questa cassa può ricevere un perfezionamento, che mi fa meraviglia di non aver trovato prima, e che consiste a formarla di lamiera con angoli rotondati. Le pareti lisce e poco aderenti allo smalto della lamiera sono evidentemente preferibili e quelle del legno.

Dal parallelo sopra esposto tra le grandi e le piccole casse, mi sembra risultare chiaramente che le prime eseguono con minor perfezione e con maggiore spesa l' immersione dello smalto.

Il sig. Noël cita come fatte con piccole casse ed aventi avuto poco successo le fondazioni dei bacini n.° 2 di Tolone e d' Alessandria. Io ho mostrato per la prima che il cattivo successo proveniva da cause ben altrimenti gravi. Io potrei opporre altre grandi opere di cui ho parlato, ma mi limito a dire che il migliore strumento può dare de' risultati mediocri se è male applicato.

Così la cassa a bilico perde una porzione de' suoi vantaggi se si trascura di adoperare dello smalto abbastanza compatto e di farlo assettare prima d' immergerlo. Non pertanto io ho veduto che sempre ha fatto buona riuscita, quantunque in pratica le precauzioni indicate qui sopra non sieno state sempre esattamente osservate.

Tromba Letestu applicata per togliere la poltiglia e canaletti di scolo.—Il sig. Noël ha, per una felice innovazione, applicata la tromba Letestu per togliere la poltiglia; ma sarebbe esagerarne singolarmente l' importanza lo ammettere, come egli dice, pag. 123, che l' aspirazione della poltiglia si facesse senza la menoma agitazione dell'acqua.

Alla superficie senza dubbio; ma al fondo presso lo smalto? Egli è evidente che debbavi essere una forte corrente. Si può valutarla ricordandosi che una delle particolarità delle trombe Letestu consiste nelle valvole di cuoio aggiustate in modo da cacciare la sabbia ed i ciottoli o ghiaie che essa fa salire frequentemente.

L' efficacia di questa tromba non è d' altra parte completa perchè si legge pag. 123 della notizia: Una parte » della poltiglia che si estendeva fino al di là del piede » della scarpa e sfuggiva all'aspirazione era accumulata » al fondo del cavo insieme alla melma, da' cesti di ferro, » di cui ho sopra parlato, e che hanno continuato a la» vorare innanzi al piede della scarpa per tutto il tempo » della costruzione a smalto della platea ».

Riepilogando, le trombe hanno, come tutti gli altri mezzi meccanici, l' inconveniente d' *aumentare le cause di formazione della poltiglia* quali le intende l'autore (pag. 123).

Il canaletto di cinta è il solo procedimento che agisca *naturalmente, senza scosse e senza intermittenza* per lo scolo delle melme fluide. L'azione della scopa, che io ho sempre trovata facile a 5 metri sotto l' acqua, non è che un mezzo accessorio per nettare le parti concave. Essa non è indispensabile; perchè se la melma del fondo è stata ben tolta non resta che solo quella molle o liquida. Il masso in un solo strato, avanzando regolarmente, secondo una scarpa molto erta, ma tale da non prolungarsi scorrendo, scaccerà questa melma dalle cavità, e la spingerà innanzi, forzandola per l' inclinazione e scorrere verso i canaletti laterali.

L' uso della scopa è sopratutto utile onde spingere la melma ne canaletti fino alle uscite fatte alle loro estremità. Esso può esser con vantaggio supplito per questo oggetto dalla tromba Letestu che dispenserà dal fare queste uscite, che laverà il fondo con una corrente energica, ma di poca estensione. Essa non ha tutta l' efficacia naturale a'canaletti ma potrà tenerne il luogo quando il cavar questi sarà molto difficile; per esempio sopra un fondo di roccia (10).

Ture a smalto. — Le ture a smalto sono il compimento del sistema di fondazione usato ad Uninga, e che io ho particolarizzato nelle mie *Ricerche teoriche*.

È solo a proposito di esse che il sig. Noël cita la chiusa di Uninga.

Ecco ciò ch' egli dice pag. 115.

» Un sistema analogo di fondazione era stato già messo » in pratica, ma senza molto successo, alla chiusa di presa » d' acqua di Uninga, e verso la stessa epoca si era an-

(10) I canaletti non aumentano notabilmente le spese del cavo. Si pongono nel piede delle scarpe che possono esser mantenute erte in questa parte ove il suolo è necessariamente resistente dappoichè deve sostenere la fondazione.

» che cominciato ad adoperare delle ture di smalto nel » canale di Berry, ma queste opere non erano ancora » giunte a conoscenza del sig. Bernard, e d'altra parte, » la differenza nelle dimensioni non le rendeva per nulla » comparabili a quella che si progettava a Tolone. »

La citazione è laconica per un' opera i mezzi di esecuzione della quale sembra siensi in molte parti imitati; essa ha di più lo svantaggio di cadere in falso per riguardo alle ture di smalto; perchè quelle di Uninga hanno avuto un completo successo, ed i muri di sponda di $8^m.55$ elevativi sopra non han provato alcun cedimento (*Ricerche teoriche* ec., pag. 69, nota).

Io ammetto, dappoichè il sig. Nöel l'afferma, che l'eminente ingegnere incaricato della costruzione del bacino n.° 2 di Tolone non avea nel 1832 alcuna conoscenza d'una memoria pubblicata nel 1829, la quale era stato soggetto di rapporti molto favorevoli alla commissione de' canali, al consiglio generale de' ponti e strade ed all' Accademia delle scienze.

Io esaminerò soltanto l'osservazione relativa a questa differenza nelle dimensioni, che non *rendeva per nulla comrabile* l'opera eseguita a quella ch' era progettata per Tolone.

In questo porto e pel bacino n.° 2 l'altezza dell'acqua sul masso di fondazione era di 8 metri, e la tura a smalto ha avuto la stessa altezza.

Alla chiusa di Uninga, l'altezza media dell'acqua sulla soglia era di $4^m.30$ e quella delle ture a smalto di $4^m.50$.

Il lettore giudicherà fino a qual punto questa differenza di altezza può escludere ogni specie di paragone.

Che che ne sia, la tura di Tolone dovea, giusta i disegni dati del sig. Reibell nel *Corso di costruzione* di Sganzin, avere *la stessa forma di scarpa* che quella di Uninga, ma nell' esecuzione questa forma è stata cambiata per trar profitto dal legno di pino curvo, e sostituita in profilo da un quarto di cerchio di 8 metri di raggio (pag. 116 notizia del sig. Nöel).

Importanza attribuita alle ture a smalto negli accidenti avvenuti al bacino di Tolone n.° 2. — La tura non è riuscita e bisogna leggere nella notizia pag. 116 e seguenti i particolari di questo cattivo successo.

Esso è attribuito (pag. 116) alla forma circolare che avea ricevuta la cassa nocciolo. « Lo smalto non avea potuto riempire tutto il segmento curvilineo compreso fra » la verticale passante dall' orlo superiore del nocciolo » e le parte piana del suo fondo, se non se scorrendo a » scarpa: questa scarpa, che alla parte bassa del segmento avea avuto fino ad otto metri di estensione, » non avea potuto formarsi nell' acqua senza una separazione degli elementi eterogenei dello smalto ec. »

Questa spiegazione presenta, come causa unica, ciò che non è che un difetto accessorio.

Il profilo della tura si componea di una zona verticale di 3 metri di larghezza, quindi di un quarto di cerchio di 8 metri di raggio.

Se si ha sott'occhio questo profilo, per altro ben facile a tracciarsi, si vede che a quattro metri del punto di contatto inferiore, l'ordinata del cerchio non era che di $1^m.08$. Era bene indifferente che questa parte della cavità non fosse piena che di smalto avariato, ed anche non lo fosse del tutto. A 6 metri da questo medesimo punto di contatto, l'ordinata non era ancora che di $2^m.60$ circa. Se del piede di quest' ordinata all'origine superiore della curva si conduce una retta, che penetrerà pochissimo nella detta curva, si formerà un trapezio avente 5 metri di larghezza alla base, e 3 metri al vertice, nel quale lo smalto non ha potuto sdrucciolare che pochissimo o niente. È quello il vero corpo della tura; esso era ben sufficiente, dappoicchè quello del bacino n.° 3, largo $4^m.55$, ha molto ben resistito sotto una carica d' acqua esteriore maggiore per 1 metro di quella del bacino n.° 2.

L' appendice a paramento circolare era un di più; essa ha potuto riempirsi di materie senza aggregazione di cui la gran massa ha fatta molta impressione sugl' ingegneri; ma essa non avea in sè niente di nocivo eccetto una considerabile perdita di smalto.

Se le ture formate da' muri di sponda han dato passaggio a filtrazioni abbondanti, ciocchè mi sembra da porsi in dubbio, bisogna attribuirlo alla porzione del masso di fondazione che serviva loro di base, all' omissione capitale dello sfangamento del fondo, che ha reso compressibile questo masso, il cui forte cedimento si è prolungato per molti anni dopo la costruzione (Notizia, pag. 118 e 119).

Io insisto ancora su questo vizio radicale del masso, perchè la notizia del sig. Nöel non ne parla; perchè egli sembra attribuire alle ture a smalto la causa principale delle calamità del bacino n.° 2; perchè infine sotto il punto di veduta dell' arte lo studio coscienzioso de' cattivi risultamenti è più utile di quello de' buoni.

Il sig. Bernard dice (notizia pag. 117): » Due canaletti longitudinali furono fatti presso i muri di sponda; » tutte le acque vi si riunivano con una pendenza naturale, giacchè, come si è detto, lo smalto erasi abbassato » in vicinanza di quei muri. . . Sul fondo dove l'acqua » filtrava da tutte le parti si stabilì un pavimento di mattoni ec. »

Qual pruova più chiara di questo abbassamento osservato dal sig. Bernard medesimo? È ben da notarsi che non si trova nè nella notizia del sig. Nöel, nè nelle citazioni molto prolisse che fa del sig. Bernard, la dichiarazione precisa di filtrazioni imputabili alle ture formate da' muri di sponda, mentre che per la platea, la posizione e le variazioni delle principali filtrazioni durante i

diversi stadî della costruzione sono diligentemente indicate (11).

La conchiusione a dedursi da questo fatto è che le ture a smalto, se han dato delle filtrazioni, molto facili a comprendersi avuto riguardo alla qualità della loro base, non hanno almeno presentato quelle grandi sorgive, que' fontanazzi assai frequenti colle ture di terra e di cui non si tralascia di far menzione; che in somma, secondo l' insieme de' particolari, esse han bene corrisposto al loro oggetto.

L' aspetto di pietrame senza unione che mostravano nella loro faccia interna, ed in enorme quantità, ha potuto far loro attribuire una gran parte delle avarie del bacino n.° 2. È questa un'opinione che ho veduto spargersi fra gli ingegneri, e che anch' io riteneva per averla intesa; ho riguardato come importante per l' istoria filosofica dell'arte di mostrare che questa parte non era che molto accessoria, se pure non era nulla.

Ture a paramento verticale ed inclinato; confronto. — L' opinione formatasi dal sig. Nöel l'ha indotto a fare le sue ture di smalto con paramenti quasi verticali; egli vi è riuscito col mezzo di casse noccioli di legno molto solide e di smalto energico.

Dice egli stesso (pag. 125 della notizia) che si sarebbero potuto fare le casse più leggiere, od anche sostituirvi un semplice tavolato senza la carica di prova gli era stata imposta.

Le casse noccioli di Tolone non debbono dunque esser prese per modello. Io credo che si può fare egualmente bene e con minore spesa dando alle ture di smalto un paramento interno inclinato. Le spinta dello smalto diminuisce subito se è immerso compatto ed assettato immediatamente; delle chiusure di legno con una semplice cateratta sono sufficienti per sostenerlo, non è a temersi il gonfiamento e la separazione di qualche parte di un paramento verticale; infine non si è obbligato di attendere che lo smalto abbia preso la durezza necessaria per mantenere questo paramento e di aggiornare l'aggottatura per diciotto mesi, come si è fatto al bacino n.° 3 (Notizia pag. 125).

L' inconveniente di fare scorrere lo smalto per riempiere la parte inclinata evitasi facilmente, ponendo dapprima l' ossatura di legno del nocciolo, quindi la chiusura con tavoloni, fatti scendere successivamente con l' uncino man mano che lo smalto si eleva. Io ho eseguita questa operazione per altezze d' acqua di cinque metri e la credo applicabilissima alle più grandi.

Utilità di lasciare de' vuoti nelle pareti d' un recinto per lo scolo della melma. — Questo processo usato ad Uninga è descritto nelle mie *Ricerche teoriche*, pag. 29. Sarebbe difettoso se vi fosse grave inconveniente ad usare per sostenere lo smalto delle chiusure non bene combacianti.

Il sig. Nöel sembra di questo avviso. Egli descrive, pag. 122, le cure che egli ha usate prima del getto dello smalto, di fissare una forte tela da vele, contro la faccia interna della paratia per evitare che la malta fosse sfuggita. L'inchiodatura di questa tela fu cominciata con una campana da palombaro, ma bentosto gli uomini che erano addetti e questo lavoro preferirono di farlo tuffandosi ed abbandonarono la campana.

Questa cura mi sembra esser poco in armonia con tutte quelle particolarizzate nella notizia per l' estrazione della poltiglia. Se questa estrazione ha tanta utilità, perchè impedirla con grandi spese nelle parti laterali?

Per impedire che la malta sfugga? Ma se lo smalto è convenientemente impastato ed immerso, questa perdita non può essere che superficiale e di poca importanza. L'acqua esterna, salvo le sorgive del fondo, non fa sforzo per attraversare lo smalto che nel momento che si vuota l' acqua interna; allora la malta ha preso una consistenza tale che non è a temersene perdita.

Pe' numerosi lavori di smalto che io ho fatti eseguire, ho sempre riguardato come una buona disposizione quella di usare per le cinte de' tavoloni non combacianti, lasciando tra di essi degl' intervalli di 2 e 3 centimetri. Questi intervalli formano degli sfogatoi pe' quali lo smalto può trasudare le parti liquide e melmose che vi sono amalgamate; essi compiono, per la parete chiusa, i mezzi di evacuazione che il sig. Nöel ed io abbiamo applicato alle pareti aperte ed a scarpa.

La perdita di malta è ben lieve con una cinta i cui interstizî non avessero che 5 ed anche 10 centimetri di larghezza; ma la paratia, che si pretende combaciante, presenta sovente grandi aperture per lo storcimento dei pali di cui non si può regolare la direzione mentre si battono. Allora ha luogo l'uscita non della malta, ma dello smalto. La sua importanza si riduce alla perdita delle materie, perchè essa è superficiale, avviene prima che abbia fatto presa e non impedisce che il masso sia pieno. Si può prevenirla cercando le aperture col cannocchiale o con l' uncino, ed applicandovi innanzi una tavola di abete.

(11) Si trovano soltanto pag. 118, dopo i particolari delle fenditure e filtrazioni della platea, queste parole: « Altre filtrazioni meno considerabili passavano a traverso di varie commessure del rivestimento de' muri di sponda. »

Ma fa d' uopo considerare che questa menzione *unica* si riporta ad un' epoca posteriore al compimento del bacino; che nella costruzione de' muri di sponda si era fatto un gran numero di pozzi per estinguere per una specie d' iniezione a cemento (con massi di pietre in vece di stantuffi) le sorgenti che affluivano ne' canaletti longitudinali; le poche filtrazioni in quistione potevano dunque molto bene venire da' pozzi non perfettamente pieni, e non dalle ture a smalto. E ciò è tanto più probabile ch' esse sono in seguito sparite (pag. 119) per effetto delle concrezioni calcari.

Inutilità di una paratia a pali combacianti con le ture a smalto. — Del resto, e ciò che segue è importante sotto il rapporto dell' economia, con le ture a smalto una paratia di pali combacianti che costa molto mi sembra del tutto superflua.

È sufficiente di elevare queste ture, non più in un sol masso come si è fatto a Tolone e come bisogna fare per le fondazioni generali, ma a strati di $0^{m}.40$ a $0^{m}.50$ di altezza soltanto.

Questi strati *in elevazione* non hanno più gli stessi inconvenienti che *in fondazione*; essi hanno poca larghezza e fanno uscire facilmente la melma o poltiglia per gl'intervalli di 2 o 3 centimetri lasciati tra i tavoloni delle cateratte. Dando alla parte centrale un poco di convessità, il battimento e l'azione dell' acqua manterranno la parte superiore perfettamente netta.

Ora lo smalto, compresso d' altra parte con la mazzeranga e potendo trasudare lateralmente le parti melmose, prende in poco tempo una buona consistenza e perde la facoltà di spingere. Molto prima che esso sia diventato pietra questa spinta è nulla o piccolissima. Io credo dunque che se s' impiegano tre giorni a fare il primo strato generale si potrà senza inconveniente cominciare il secondo strato il quarto giorno, serbando lo stesso ordine che pel primo e così in seguito. Anche due giorni di intervallo saranno bastanti.

Le ture a smalto della chiusa di Uninga sono state con questo metodo elevate per $5^{m}.50$ al di sopra del piano di fondazione. Esse si sono ben mantenute, benchè sostenute soltanto all' esterno da una fila di pali tondi di abete di $0^{m}.25$ di diametro, distanti di un metro da asse ad asse, congiunti con un solo cappello e rivestiti da un semplice tavolato a cateratta.

Ricordando i processi molto economici applicati alle ture di Uninga, io non intendo far la critica di quelli eseguiti a Tolone. Ivi una forte cinta era necessaria meno per l' altezza dell' acqua che per la cassa che proiettava dei cumuli di un metro cubo e che non si prestava alla battitura immediata man mano che si eseguiva il getto. Tutto si concatena in un sistema, e la semplicità, l' economia, la bontà, sono conseguenze molto sovente reciproche.

Importanza di attendere per elevare delle ture a smalto che il masso generale sia indurito. — Io aggiungerò sulle ture formate da' muri di sponda di Tolone una breve osservazione.

A' bacini n.° 2 e n.° 3, esse sono state elevate nella stessa stagione e quasi nello stesso tempo che il masso generale fu fondato. Il sig. Nöel fa notare pag. 123 e 124 la diligenza che egli ha usata a tal riguardo.

In seguito si è fatto indurire lo smalto per diciotto mesi prima di fare l' aggottatura (pag. 125).

Sarebbe stato, io credo, più ragionevole di dividere questo lungo intervallo e lasciare dal principio indurire il masso, prima di caricarlo di ture di 9 metri di altezza.

Il successo fu completo pel bacino n.° 3 in grazia della energia poco comune dello smalto usato; ma questo esempio mi sembra pericoloso. Far passare più mesi prima di caricare un masso di fondazione a smalto, affinchè non sia esposto a cedere, è una regola di prudenza generalmente adottata e buona a conservare in ogni caso.

Epilogo.

Le belle scoverte dovute al sig. Vicat han reso le fondazioni per immersione d'un uso quasi generale in Francia. Lo studio de' procedimenti che vi han riguardo ha dunque una grande importanza come quistione d' arte e d' economia de' fondi pubblici.

Io mi sono occupato per lungo tempo di questo studio e credo aver dato qualche lume sugli elementi assai dilicati e complicati de' problemi che lo compongono.

Le ricerche di cui offro i risultamenti, doveano naturalmente comprendere l' esame de' procedimenti di diverse grandi fondazioni e particolarmente di quello del bacino n.° 3 di Tolone, che pe' belli risultamenti ottenuti vien classificato fra i primi.

Mi è sembrato utile analizzare questi risultamenti: io credo poterli attribuire a cause diverse.

1.° Primieramente, e fuori ogni dubbio, all'abilità dell' ingegnere:

2.° All' essere stato lo scavo fatto nel *sâfre* banco forte di argilla compatta, il quale non ha dato passaggio ad alcuna sorgiva ascendente del genere di quelle che attraversano immediatamente lo smalto man mano che si fa il getto e che io ho fatto conoscere nelle mie *Ricerche Teoriche* (12).

3.° All' essersi eseguita bene l' operazione la più importante, quella preliminare di togliere le melma.

4.° All' essersi eseguita l' immersione del masso in un solo strato gettato regolarmente col mezzo della zattera.

---

(12) Le sorgive in quistione hanno de' serbatoi più elevati del recipiente del cavo, e sgorgano prima dell' aggottatura.

Si potrebbe obbiettare, che la fondazione del bacino n.° 2 è stata del pari fatta nel *sâfre* e che essa ha dato passaggio a sorgive abbondanti mentre che non se ne sono vedute nel bacino n.° 3.

L' obbiezione cade da sè, se si ricorda che questa fondazione non poggiava come quella del n.° 3 sul suolo nettato a vivo, ma sopra uno strato spesso di melma amalgamato con pietrame, e sopra una palafitta generale.

Si comprende che questo intermedio ha dovuto lasciare un passaggio alle acque *esterne* quando le *interne* sono state aggottate. Il masso viziato d' altra parte pel mescuglio della melma si è rotto, delle sorgive abbondanti ma locali sono apparse: esse aveano un'altra origine e non doveano esser confuse con quelle che io chiamo ascendenti o del fondo.

5.° Infine alla spessezza di 4 metri data a questo masso ed all'energia poco comune degli smalti di cui è stato fatto: questi due mezzi sono evidentemente sempre buoni, soltanto costano alquanto caro. Sono nel resto ben giustificati dalla grande importanza del lavoro.

L'efficacia degli altri procedimenti accessorî mi è sembrata da porsi in dubbio: l'autorità che loro dava la pubblicazione del sig. Nöel rendea il loro esempio pericoloso; io ho dovuto sottometterli a una discussione.

I principî che io ho fissati, e le conseguenze che ne ho dedotte non sono che lo sviluppo, sotto altro aspetto, di ciò che io avea dato alla luce ventidue anni or sono. Tutte queste cose sono antiche e dimenticate; io ho creduto esser utile il rammentarle, appoggiandole alla mia lunga esperienza, perchè esse costituiscono a mio credere la sola strada secondo la quale il progresso è possibile.

Appendice

Nel cenno che precede io non ho toccata la quistione capitale delle sorgenti ascendenti innanzi ogni aggottatura, della quale il sig. Nöel non aveva avuto occasione di occuparsi. Per tal quistione rimando il lettore alle mie *Ricerche teoriche* ec. Ne presenterò per altro un'applicazione in questa appendice destinata a diversi oggetti utili, ma senza legame diretto con quelli trattati di sopra.

Penetrazione de' massi di smalto. — Lo smalto non ha in generale una impermeabilità tanto assoluta quanto si suppone: si può approssimarsi a questa qualità con molte cure minute e perseveranti, ma di rado si giugne ad ottenerla in modo compiuto.

I sig. Bernard e Nöel (notizia pag. 117 e 123) attribuiscono la porosità dello smalto alla poltiglia frapposta. Io ammetto questa causa, ma ne trovo una più generale nell'ineguaglianza di volume degli elementi di questa materia, nella forte proporzione di pietrame che vi si fa entrare. Questa proporzione è necessaria per mantenere ne' convenienti limiti il prezzo dello smalto, ma si comprende che le pietre possono formare delle vie all'acqua non ostante il cemento che le unisce (13).

Io ho molte volte veduto de' massi di fondazione, per pile di ponti o viadotti, a'quali la loro elevazione sul suolo aveva permesso di fare sgorgare lateralmente le melme fluide, mostrare acqua quando si faceva nel loro mezzo un buco.

Allo stesso bacino n.° 3 di Tolone, dove non si adoperavano che malte costanti 40 franchi il metro cubo, dove per una pressione da sotto in sopra di 13 metri si aveva un masso di smalto di una spessezza minima di 4 metri, più un rivestimento in fabbrica ordinaria, si sono prodotti dei leggieri trasadamenti, che davano 50 litri all'ora, e contro i quali tutti i mezzi applicati son rimasti inefficaci (notizia, pag. 126).

Alla chiusa di Uninga, al tempo dell'aggottatura fatta dal mio successore per la costruzione « lo smalto immerso » alla fine dell'anno precedente (1825) sebbene fatto con » molta cura, presentava delle sorgive numerose; non » ve n'erano che tre o quattro forti, ma un gran nu- » mero di piccole, ed il loro prodotto alimentava conti- » nuamente un bindolo inclinato mosso da quattro uo- » mini. » (Nota del sig. Charié sulle iniezioni, *Annali dei Ponti e Strade*, 1831, 5.° fascicolo pag. 237.).

Le tre o quattro forti sorgive erano probabilissimamente *artesiane*, (d) del genere di quelle che io aveva già notate alla fondazione di alcune chiuse nelle vicinanze di Uninga, ma senza bene analizzarne l'origine, che io ho fatto conoscere in seguito.

Le altre numerose e piccole, erano locali, e conseguenza naturale dell'insufficienza di un masso che non aveva che un metro di spessezza contro una pressione da sotto in sopra che doveva variare tra 5 e 7 metri durante la costruzione (14).

Questa debole spessezza mi era stata imposta, ed io debbo dire che il risultamento finale sembra giustificare lo spirito di parsimonia che dirigeva allora il canale dal Rodano al Reno.

In effetti, un bindolo mosso da quattro uomini bastava per tutte queste sorgive. Contando per un medio tre ricambî, per essere il prodotto delle filtrazioni diminuito durante il lavoro, e franchi 1.50, prezzo di quell'epoca, per una giornata di operaio, si hanno 18 franchi per la spesa quotidiana dell'aggottatura. Se si calcola largamente per un mese il tempo impiegato nella costruzione delle opere basse ed alle iniezioni, la spesa totale per questo articolo sarà stata di 540 franchi.

Il sig. Charié non ha dato nella sua notizia il calcolo

(13) Io ricordo che la fabbricazione dello smalto col pistone, usata dal sig. Vicat a Souillac, è di tutti i procedimenti quello che dà il cemento più fortemente legato e probabilmente il più impermeabile.

(d) Le sorgive che il sig. Beaudemoulin chiama *artesiane* son quelle prodotte non dall'acqua che circonda il recinto che si vuole aggottare, ma bensì da altri serbatoi d'acqua posti a maggior distanza e più elevati, come egli stesso accenna più sopra.

(14) La tavola 1.ª della memoria del sig. Defontaine (*Annali de' Ponti e Strade*, 1833, 4.° fascicolo) dà il quadro grafico delle variazioni del Reno, osservate a Basilea presso Uninga. Vi si vede che durante i mesi di giugno, luglio ed agosto, l'altezza del fiume al disopra delle acque basse varia da un anno all'altro tra 2 e 4 metri; essa si è anche elevata talvolta fino a 6 metri. Ora il piano della fondazione della chiusa di Uninga è a 2.m80 al disotto del livello delle acque basse.

di questa spesa, nè di quella delle iniezioni; egli ha detto soltanto, pag. 239, di aver impiegato per queste metri cubici 6.72 di malta e 28 giornate di operai per manifattura, trasporto e getto. Io credo dunque pormi al disopra di ogni contestazione calcolando per 1000 franchi la spesa totale cagionata dalle sorgive per aggottature ed iniezioni (e).

Ora la chiusa di Uninga rende buoni servigi da 23 anni senza aver richiesto, per quanto io sappia, gravi riparazioni; essa è stata fondata a 5 metri sotto acqua, è delle massime dimensioni in uso per la navigazione, poichè serve d'imboccatura nel Reno; essa ha delle porte di guardia, de' muri di sponda di $8^{m}.55$ al disopra della capriata ec. Non pertanto, questa chiusa, secondo le note che io ho conservate, non ha dovuto costare più di 120 000 franchi in fondazione e costruzione.

Questo esempio del risultamento ottenuto con una spesa relativamente tenue, dimostra che il buon uso de' materiali ha un'influenza anche maggiore che la loro energia, giacchè la calce adoperata ad Uninga non era che *mezzanamente* od anche *mediocremente* idraulica. È questo un fatto che mi è sembrato importante di notare.

Procedimenti razionali contro l'azione delle sorgive. — L'esempio in quistione può far nascere un dubbio sull'*utilità pubblica* di cercare *con grandi spese*, nell'esecuzione delle opere idrauliche una perfezione che non sembra indispensabile pe' servigi che debbono rendere.

Questa perfezione è sempre desiderabile; ma il mezzo più sicuro di approssimarvisi, con la minore spesa possibile, è di bene studiare dapprima gli elementi complicati del problema, onde dedurne de' procedimenti razionali.

L'azione delle sorgenti del fondo, o *artesiane*, è uno di questi elementi di prim'ordine. Essa si mostra con energia nella maggior parte delle fondazioni; ma alcune hanno il privilegio di esserne esenti, e queste sono di esecuzione molto più facile che le altre.

Il bacino di Tolone n.° 3, fondato in un forte banco di argilla, il *sâfre*, era evidentemente in questo caso, giacchè se il suo cavo avesse dato passaggio a sorgive aventi de' serbatoi più elevati del mare, queste avrebbero immediatamente attraversato lo smalto, man mano che era gettato, e si sarebbero mostrate con tutta la loro energia nel tempo dell'aggottatura.

Non si sono veduti che leggieri trasudamenti dovuti alla pressione del nappo ambiente. La loro tenacità è un fatto molto notabile: il cemento romano, la pressione, la percussione, ec., sono stati adoperati per soffocarle (notizia pag. 126): il tutto in vano.

Questo procedimento di soffocare le sorgive, quasi sempre inefficace, è non per tanto di un uso generale. Le tramogge, le grande casse ec., non sono che variazioni della stessa idea; ciò sembra dimostrare *che non si vede ancora ben chiaro* nella quistione. Il ragionamento ha maggior valore che la forza bruta per vincere le difficoltà: io ho dedotto dalla teoria delle sorgive, esposta nelle mie *Ricerche teoriche*, un mezzo più razionale, e però più efficace che il *soffocamento* ed il *respingimento*; questo è il *deviamento* per mezzo di smaltitoi.

La mia teoria non è stata contestata; ma gl'ingegneri han sembrato retrocedere innanzi all'esperimento di un processo che poteva sembrar superfluo, se il cavo non conteneva sorgive *artesiane* come ciò avviene talvolta. Essi han cercato altri mezzi, e tra gli altri uno descritto in una nota del sig. Barré de Saint-Venant (*Annali de' Ponti e Strade*, 1834, 1.° fascicolo).

Questo mezzo, una tela impermeabile, non è che un palliativo, come tutti quelli che non risulteranno dagli elementi intimi del problema. Esso ha degli inconvenienti, come le probabilità di creparsi la tela, ec., che impediscono di generalizzarne l'uso.

Gli smaltitoi di deviazione vanno più direttamente allo scopo; molti possono essere necessarî in casi rari ed eccezionali; ma un solo deve generalmente bastare.

Lo spostamento delle sorgive per effetto dell'aggottatura anche fatta a grande distanza, è un fatto ben noto nella pratica delle fondazioni in terreno permeabile. Se ne trovano molti esempî in una memoria del sig. Mary, pubblicata negli *Annali de' Ponti e Strade* (1832, 1.° fascicolo); tra gli altri pag. 68, quello dello scoglio di Ham, le cui numerose sorgive, anche le più forti, si spostavano « appena un cavo fatto ad una distanza di molti metri » permetteva di fare abbassare il livello dell'acqua a » $0^{m}.20$ o $0^{m}.30$ al di sotto del loro orifizio; »

Ed anche, pag. 71, la comunicazione sotterranea che esisteva tra le platee anteriori e posteriori di S. Valery, *separate dalla pescaia di 26 metri di lunghezza*, e che era tale, *che non si potevano fare aggottature nell'una senza che l'altra si vuotasse quasi egualmente*.

Per la teoria in primo luogo e quindi pe' fatti che la confermano, io penso che uno smaltitoio esterno, composto di una cassa a stagno discesa al disotto del piano

(e) Le iniezioni ne' lavori di smalto si fanno per riempire i vuoti rimasti dalle filtrazioni attraverso il masso, o i canaletti lasciati di proposito sotto il masso medesimo per lo scolo delle sorgive. L'operazione consiste nello spingere in quei vuoti o canaletti col mezzo di una siringa, formata da un corpo di tromba e da uno stantuffo, una specie di cemento che si fa poscia rassodare col mezzo della compressione. Perchè il successo sia completo, è mestieri dare una uscita all'acqua contenuta in quelle cavità, la quale vien cacciata innanzi dal cemento, ed a tale oggetto si fanno sboccare in una specie di pozzetti o camini verticali, e non si arresta l'operazione se non quando si vede uscire dall'altro lato il cemento non più alterato dall'acqua, come l'autore accenna in appresso.

della fondazione, e nel quale, per mezzo di una tromba, si faranno abbassar le acque per circa 1 metro, attirerà dapprima fortemente le sorgive *artesiane*, se ve ne sono, e farà loro aprire verso di sè de'canali sotterranei la cui facilità renderà ben tosto l'aggottatura superflua.

Poi quando, fatto il lavoro di smalto, si tratterà di vuotare il recinto per costruire la platea, l'effetto dello stesso smaltitoio messo in azione simultaneamente con le trombe interne, attirerà le sorgive locali che troveranno la penetrazione del suolo molto più facile che quella del masso di smalto.

La resistenza di questo masso è forte nel fatto; giacchè ad Uninga, presso il Reno, dove esso poggiava sopra un suolo di ghiaia, non avea che 1 metro di spessezza con una pressione da sotto in sopra di 5 metri, ed era fatto con una calce mezzanamente idraulica, è stato sufficiente un bindolo mosso da quattro uomini per assorbire il prodotto di tutte le sorgive artesiane e delle altre.

Si vede che si tratta qui di combinare l'aggottatura di mantenimento *interno*, che tende a disgregare il masso, con una aggottatura *esterna* e *derivativa*, con contraria tendenza. La permeabilità di questo masso deve diminuire rapidamente e fortemente pel tempo e per la costruzione della platea, per la quale l'uso delle malte energiche è necessario. L'aggottatura esterna non ha dunque bisogno di esser continua, ma bisogna riprenderla se de'trasudamenti si mostrano.

Io desidero ben vivamente che la mia lunga esperienza e l'esecuzione di grandi lavori, a'quali ho talvolta e con successo applicati procedimenti nuovi e logici, possano attirare qualche confidenza a'miei smaltitoi di deviazione, ed impegnare un ingegnere a tentarne l'esperimento, che io non mi son trovato in posizione di fare dopo il 1825. Io serbo il convincimento che si possa, entrando in questa via, far fare un passo importante all'arte delle fondazioni per immersione (15).

Iniezioni. — Terminerò con una breve nota sulle iniezioni.

Io ho parlato nelle mie *Ricerche teoriche*, di quelle fatte alla chiusa di Uninga; esse sono riuscite in modo soddisfacente ma non completo. Ho detto pag. 32 che un mezzo di successo nelle operazioni di questo genere era di aprire la estremità de'rami con camini verticali destinati all'evacuazione della malta viziata che si fa sgorgare fin che la buona apparisca.

L'efficacia di questo mezzo è stata ammessa dal sig. Charié nella sua nota (*Annali de' Ponti e Strade*, 1831, 5.° fascicolo), dove egli dice, pag. 241: «È probabilmente il solo capace di condurre ad un risultamento interamente soddisfacente.»

Io ho fatte in seguito le iniezioni in grande sotto le pile del ponte di Tours; io credo fare utile cosa, riepilogando le regole che la pratica e la riflessione mi han fatto adottare per mio uso.

1.° Applicazione non di malte, ma di una materia omogenea, come la calce idraulica, i cementi, ec., ma debolmente energica, giacchè una presa troppo sollecita costruisce i rami ed arresta il riempimento in una operazione di qualche durata.

2.° Stabilimento di due rami di sifone alle estremità di ciascuna parte da iniettare, l'una servente alla iniezione, l'altra all'evacuazione dell'acqua e delle materie viziate.

3.° Riduzione dell'operazione ad un semplice getto fatto con una prontezza, che è una delle grandi condizioni del successo

4.° Condensamento della materia gettata, immediata ed energica quanto si vorrà, mediante tubi di latta, di un debole diametro, aggiustati su' rami del sifone ed empiti di acqua.

Se si opera sotto una platea, si avrà cura di caricarla per impedire che si rigonfii.

Questo condensamento, con una forza morta e costante è, sotto tutti i rapporti, ben preferibile al giuoco alternativo e lento dello stantuffo, che indurisce presto, per la percussione, le materie in contatto con esso, e non ha così azione che a piccola distanza. Del resto, quando si adopera lo stantuffo non s'introduce che pochissima materia. È il getto che, in tutti' i casi, è l'elemento principale dell'operazione.

(15) Nelle mie *Ricerche teoriche*, le spese d'esecuzione di uno smaltitoio sono calcolate per 64 franchi. Forse si eleveranno a 100 franchi per le difficoltà che non si possono dapprima prevedere. Esse saranno, in tutti i casi, di poca importanza. La cassa essendo situata, si avrà cura di circondarla sul suolo di un piumacciuolo di argilla plastica, onde intercettare la comunicazione tra la parete e la bocca di aspirazione.

ESAME COMPARATIVO

de' varii sistemi de' ponti, specialmente sotto il rapporto dell' applicazione alle strade ferrate

Pel sig. Schnirch.

(Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur Vereines)

Questa parte della scienza delle costruzioni, che è di tanto interesse in generale, diviene per la speciale applicazione alle strade ferrate, di straordinaria importanza,

ticchè in tutte le linee di queste occorre molte volte di dover attraversare piccoli o grandi fiumi, rapide correnti, profonde vallate e burroni, con ponti di luce considerabile, dalla esecuzione de' quali solo dipende spesso la scelta di un opportuno terreno e la possibilità di tracciare su questo una linea di via ferrata che riesca proficua.

La scelta del sistema di costruzione per questi ponti è limitata dalla natura del terreno e dalle condizioni idrauliche della valle o del fiume, perchè da una parte le strade ferrate intersecano spesso vie ordinarie e sentieri, per cui l'altezza de' ponti medesimi deve essere molto piccola o molto considerabile, e dall'altra, quando si tratta di attraversare fiumi, il numero delle pile e la larghezza che può assegnarsi alle luci variano con le condizioni della corrente.

Allorchè si tratta in generale la quistione quale sistema di ponti debba considerarsi più vantaggioso rispetto alla scelta de' materiali, cioè la pietra, il legno od il ferro, non può cader dubbio che, salvo particolari difficoltà locali, e nelle ordinarie dimensioni sieno a preferirsi i ponti di fabbrica per la loro solidità e durata; e che solo quando la costruzione di questi non è facilmente eseguibile, debba ricorrersi a' ponti in legno od in ferro.

Per quanto riguarda i ponti di legno, questi, qualunque ne sia la costruzione, non possono considerarsi come ponti stabili, ma debbono soltanto applicarsi come provvisorî, quando si tratta di aprire al traffico una strada ferrata nel più breve tempo possibile, e di non far dipendere questo termine dal compimento di un gran ponte stabile, la cui costruzione richiederebbe più anni.

Rispetto a' ponti di legno, riguardati come provvisorî, è inoltre da notarsi che, come l'esperienza ha insegnato, per le luci di ampiezza non troppo grande il sistema de' ponti a castello, e per le ampiezze maggiori i ponti con un semplice graticolato, presentano relativamente una durata maggiore che tutte le altre costruzioni complicate. Di ciò forniscono una prova i ponti di Wiebeking, alla durata de' quali sopravvisse il costruttore. Solo con l'accurata scelta di un legname solido ed asciutto, e coprendoli con un tetto, che li guarentisca per quanto è possibile dalle influenze dannose dell'atmosfera, si può dare ai ponti di legno, come se ne trovano ora in alcuni luoghi e specialmente nella Svizzera, una durata conveniente e più lunga, e farli servire come opere stabili; però essi non possono mai essere paragonati a' ponti di pietra.

Rimane quindi soltanto, per la costruzione de' ponti stabili nelle strade ferrate, la scelta fra i ponti arcati in fabbrica e le costruzioni in ferro, intorno alle quali noi ci tratterremo più particolarmente.

I. *Ponti in fabbrica*

I ponti in fabbrica sono sempre preferiti come i più solidi e durabili in tutti i casi seguenti.

1.° Allorchè l'altezza della via dal livello più alto delle acque del fiume o dalle strade cui si deve passar sopra o sotto, non si oppone all'uso di una volta arcata;

2.° Ne' fiumi o torrenti, allorchè, avendo riguardo alle condizioni della navigazione o delle piene, la costruzione delle pile non può dar luogo, per troppa velocità della corrente, all'urto od alla fermata de' ghiacci galleggianti;

3.° Ed allorchè trattasi di attraversare vallate di mezzana profondità, e non già troppo profondi o larghi burroni, che richiederebbero alte pile, la cui costruzione porterebbe troppo dispendio nelle fabbriche, e troppo tempo.

In tutti questi casi debbono tenersi presenti le condizioni locali e la larghezza delle luci per decidere se i ponti debbono costruirsi di mattoni, di pietre ordinarie, o di taglio, o squadrate, e quale forma debba darsi agli archi. In alcuni casi, adoperando pietre squadrate di ottima qualità e di grana molto spessa, solida ed uniforme, si possono portare gli archi fino a 12 o 15 tese di apertura (a); però nella maggior parte de' casi considerati sotto i numeri 1.° 2.° e 3.° possono i medesimi applicarsi con piena sicurezza solo per lui di 6 a 10 tese.

Nel concorso di circostanze straordinariamente favorevoli di suolo e di materiali, ove si possa dare poca altezza all'imposta, si potrebbero forse indicare come singolarità di costruzione alcuni archi di ampiezza maggiore di 14 tese, come per esempio uno nella strada ferrata sassone-slesiana che ha 80 aune (b) di corda; non però si potrebbero prendere come norma tali eccezioni.

II. *Costruzioni di ponti in ferro.*

Dove, per la poca altezza, la forma arcata non è applicabile, o non trovasi un materiale appropriato per le volte, sarà in generale conveniente di ricorrere alle costruzioni in ferro.

Finora tanto il ferro fuso che quello da fucina sono stati adoperati nella costruzione de' ponti. L'esperienza ha però dimostrato che quelli costrutti col ferro fuso, che è molto più rigido, meritano minor fiducia e considerazione che quelli composti col ferro battuto che ha una duttilità molto maggiore.

In alcuni casi speciali, possono adoperarsi con vantag-

(a) *Klafter*; ogni klafter equivale a 6 piedi austriaci cioè a palmi napolitani 7,169 ed a metri 1,897.

(b) L'auna di Vienna equivale a metri 0,779 o a palmi 2,945.

gio delle travi rettangolari vuote di lamiera di ferro, quando non si tratti che di una luce ordinaria da 8 a 14 tese.

Per le ampiezze maggiori, Stephenson ha, non ha guari, inventati in Inghilterra i ponti tubulari di lamine di ferro battuto, che però non possono esser tanto facilmente imitati: 1.° perchè hanno una forma non corrispondente ai principî statici; 2.° perchè richiedono una gran profusione di materiale; 3.° giacchè non sono commendabili sotto il rapporto della resistenza e della durata come ora mostreremo (c).

1.° Il celebre costruttore in ferro Tommaso Tredgold (1) ha già stabilito il ben fondato principio, che se un cilindro solido si trasforma in un tubo vuoto, che contenga la stessa massa di materiale, la resistenza è aumentata, quando la grossezza della parete è $^1/_5$ del diametro, nella ragione di 1 : 1,7 e che si raddoppia quando quella spessezza è $^3/_{20}$ del diametro; ma che non si può aumentare questa resistenza, poichè, dando minor grossezza alla parete, il materiale non può più conservare la sua forma. E qui è da notarsi che per i materiali che si possono d'ordinario adoperare, il rapporto più conveniente fra la parete ed il diametro del tubo è fra $^1/_6$ ed $^1/_{10}$.

Ora ciò che vale pe' cilindri vuoti, può anche riguardarsi valevole pe' tubi parallelepipedi. Ma ne' ponti tubulari in discorso (ponti Britannia) le pareti laterali sono alte da 24 a 30 piedi, mentre la loro spessezza non è che di 5 a 6 linee, per cui il rapporto di cui trattasi non è che $^1/_{568}$ o $^1/_{720}$.

Già al solo guardare i tubi adoperati per questi ponti, si osserva la poca corrispondenza fra l'altezza e la sproporzionata sottigliezza delle pareti, e l'occhio esperto non può rimanerne appagato.

Le ricerche teoriche intorno alla flessione ed alla rottura de' materiali mostrano, che la resistenza delle travi a sezione rettangolare è, in parità di circostanze, da una parte proporzionale alla larghezza delle travi medesime e dall'altra al quadrato delle loro altezze; e quindi se ne'casi di paragone anche le superficie delle sezioni sono eguali, questa resistenza cresce con le altezze.

Si dovrebbe poter conchiudere da ciò, che la resistenza di una trave debba esser tanto maggiore per quanto più piccola ne è la spessezza e maggiore l'altezza, e che ciò possa spingersi tanto oltre da ottenere la massima resistenza con la grossezza di un foglio di lamiera; però questa conchiusione sarebbe regolare nel solo caso che si potesse evitare lo storcimento laterale, da ambedue i lati, di una trave così sottile, per tutti i punti della sua altezza.

Siccome però per ottenere questa condizione le difficoltà crescono sempre, per quanto più alta e sottile divien la trave, ed infine non possono più venir superate, così deve esservi un rapporto limite fra la base e l'altezza della sezione, che non deve venire oltrepassato. Questo rapporto limite può invero, con ferro di qualità particolare essere spinto più oltre; però è molto dubbioso che possa essere utilmente portato a quel segno al quale è giunto ne' ponti tubulari.

Per le cose riportate, e più ancora per gli esperimenti fatti in Inghilterra da Stephenson e nell'Annover dal direttore di macchine Prusmann (2) sopra modelli tanto di ponti tubulari che di ponti a graticole, si rileva che la parte più debole di queste costruzioni sono le alte pareti laterali, e che per rinforzar queste abbisogna un' enorme quantità di ferro battuto e fuso, e quindi uno sproporzionato dispendio di materiali e di danaro.

Il ponte Britannia, che ha la lunghezza di 1260 piedi inglesi per due rotaie, con due tubi in quattro porzioni, due di 400 e due di 230 piedi, richiese 10 356 tonnellate che ricadono a 82 tonnellate al piede inglese corrente, o circa 150 quintali di Vienna. Presso di noi quindi, preso il quintale di Vienna a 24 fiorini, un piede corrente inglese di una simile costuzione costerebbe fiorini 150×24 o 3600; e per un ponte di 400 piedi inglesi o 385.2 di Vienna la spesa ascenderebbe per la sola costruzione di ferro a fiorini 1 386 720, ed in tutto con le spese di fabbrica e della via a circa 1 500 000 fiorini. Un tale dispendio non sarebbe giustificabile.

3.° Oltre di questo grave inconveniente della spesa il sistema in parola ne presenta uno anche maggiore riguardante la resistenza e la durata. Infatti si deve por mente

(*a*) Che in questa specie di costruzione la resistenza dipende totalmente dalle ribaditure le quali non presentano una lunga durata;

(*b*) Che le ribaditure debbono soffrire, in modo progressivo, dall'alto al basso ed anche del mezzo verso gli estremi, e che soffriranno maggiormente nella parte inferiore e nel basso delle pareti laterali, anche nel caso più favorevole, in cui le pareti stesse e la copertura fossero abbastanza rigide per non piegarsi nella parte superiore;

(*c*) Che la capacità di resistenza di una lamiera unita con ribaditure diminuisce appunto secondo il rapporto che

(c) Per poter ben seguire l'autore in questa disamina, bisogna tener presente la descrizione particolarizzata de' ponti tubulari ed altri ponti in ferro, da noi riportata nell'Anno I.°

(1) Vedi il suo libro sulla resistenza del ferro fuso e di altri materiali.

(2) Vedi la gazzetta delle strade ferrate (*Eisenbahn Zeitung*) n. 11, 12 e 13 del 1851.

passa tra l' altezza della parete e la somma de' diametri di tutti i fori delle ribaditure, mentre la connessione non è mantenuta che dalle ribaditure stesse, e gl' interstizî fra queste senza legame non sono in istato di presentare altra resistenza che l'attrito contro le piastre soprapposte di rinforzo;

(*d*) Che l' allargamento successivo de' buchi delle ribaditure e la compressione de' chiodi ribaditi, per la continuazione de' carichi momentanei, è inevitabile, specialmente nel mezzo del tubo, e che quando ciò è cominciato una volta, siccome le lamine e le piastre di rinforzo agiscono sui chiodi a guisa di forbici, deve seguirne la ruina del ponte in un tempo proporzionatamente breve;

(*e*) Ed infine che si espone una superficie considerabile all' ossidazione e quindi si dà un novello fondamento ad inquietudini.

Dopo aver indicati i principali difetti del sistema tubulare, non altro ci rimane a dire del sistema riconosciuto ancor peggiore de' ponti a graticolato, comunque se ne modifichi la costruzione, se non che il macchinista sig. Prusmann (3) il quale ha fatte molti interessanti sperimenti su'ponti a tubi di lamiera ed a graticole con l'uso di simile materiale ed eguali dimensioni di modelli, ha trovato la resistenza dei primi circa una volta maggiore di quella de'secondi, e nelle sue ultime osservazioni ha manifestato il convincimento *che i ponti a graticolato resistono più quando sono per intero costrutti di lamine*, cioè quando vi si adoperano per pareti laterali lamine invece di graticole.

Nel citato giornale sono particolareggiati gli accennati esperimenti fatti su modelli dal sig. Prusmann e descritti in modo istruttivo, e quindi ci sembra superfluo di qui riportare un più lungo esame de'difetti de' ponti a graticolato.

Deve qui notarsi in generale che, come il sistema di ponti a graticolati di legno, sorto ed adoperato alcuni anni fa in America (il quale sistema dall'autore di questo articolo già fin d'allora e prima della sua introduzione nelle nostre contrade, nel seno di una Commessione fu giudicato applicabile esclusivamente per ponti provvisorî) fu dappoi abbandonato dagl' ingegneri americani, così pure il sistema de' ponti tubulari ed a graticole di ferro, in un tempo egualmente breve, verrà abbandonato dagl'ingegneri inglesi e del continente.

L' esperienza c' insegna che fra le costruzioni in ferro quella di un solido ponte a catene presenta una molto maggior sicurezza ed un considerabile risparmio col minor numero di difetti, ed inoltre si adatta, fra tutte le costruzioni di ogni sorte, alle maggiori lunghezze.

Questo sistema invero non è stato finora applicato all' strade ferrate; però non vi sono fondate ragioni perchè, essendosi così spesso ed utilmente applicato nelle ordinarie frequenze delle strade, non possa con opportune modificazioni servir bene anche a' convogli delle strade di ferro (d).

---

(3) Vedi i numeri citati della gazzetta delle strade ferrate.

(d) Questa previsione dell' autore sarà ben presto convertita in realtà, poichè leggiamo nel *Civil Engineer and Architect's Journal* di novembre 1852 il seguente articolo sotto il titolo

Ponte sospeso per via ferrata sul Niagara ». — Questo ponte formerà una sola luce di 800 piedi di lunghezza e servirà come anello di connessione tra le strade ferrate del Canadà e quelle dello stato di Nuova York, giovando al traffico de' due paesi. È stabilito da una estesa esperienza, che buoni fili di ferro, opportunamente formati a corde o gomene sono il miglior materiale per sostenere pesi e scosse, a cagione della loro grande coesione assoluta, che si eleva da 90 000 a 130 000 libbre a pollice quadrato, secondo le qualità. Il ponte formerà una trave vuota e dritta composta di un fondo di una parte superiore e di fianchi. Il palco superiore che sostiene la strada ferrata è largo 24 piedi tra le ringhiere ed è sospeso a due gomene di fili di ferro aiutate da altri capi. Il piano inferiore è largo 19 piedi ed alto 15 piedi netti, è congiunto col superiore con mezzo di aste verticali che ne formano i lati ed è sospeso da due altre gomene che hanno una freccia di flessione di 10 piedi maggiore che le superiori. Il sistema di ritenuta sarà formato cavando otto pozzi nello scoglio per 25 piedi di profondità. Il fondo di ciascun pozzo sarà allargato per ricevere delle piastre di ritenuta di ferro fuso di 6 piedi in quadro. Queste camere avranno una sezione prismatica che sarà riempiuta di solida fabbrica, la quale non potrà essere tirata in sopra senza che sia smosso l' intero scoglio per una grande estensione. Delle selle di ferro fuso sosterranno la gomene sulla cima de' piloni, e saranno composte di una parte inferiore fissa e di una superiore mobile poggiante sopra curri di ferro battuto. Queste selle dovranno sopportare una pressione di 600 tonnellate, ogni qual volta il ponte sarà caricato di un convoglio di massimo peso. I piloni saranno alti 60 piedi, larghi di 15 piedi in quadro alla base ed 8 alla cima. La pietra calcare compatta usata nella fabbrica de' piloni, sopporterà una pressione di 500 tonnellate per piede quadrato.

Peso del ponte	libbre
Peso del legname.	910 130
Ferro battuto ed aste di sospensione	113 120
Ferro fuso.	44 332
Rotaie.	66 740
Gomene tra i piloni	534 400
Totale.	1 678 722

Peso de' convogli	tonnellate
Una locomotiva	25
27 carri doppî da trasporto ciascuno lungo 25 piedi e di 15 tonnellate di peso lordo.	405
Che forma un peso lordo totale	430

che ricadrà sulle gomene, quando tutto il ponte sarà co-

L' autore di questo articolo ha già fin dall' anno 1843 pubblicato nel giornale tecnico di quell' epoca *Archivio di costruzione di strade ferrate*, che formava appendice all' *Osservatore austriaco*, un cenno sulla possibilità di applicare, con opportune modificazioni, i ponti a catene alle strade ferrate, invitando nello stesso tempo gli uomini dell' arte a provare, correggere o combattere il suo assunto.

Non essendosi finora levata alcuna voce in favore o contro questa asserzione teoretica, sembra che sia stato causa di ciò il ristretto numero de'lettori del citato giornale; epperò l' autore vuole qui riepilogare i più importanti punti di quel cenno, e crede potere ancora rinnovar l' invito agli uomini dell' arte, di meglio ponderare la importanza della quistione, di esaminarla, e se v' incontrano difficoltà di discuterle, ovvero di confutare con fondate ragioni le asserzioni che seguono.

Nel citato cenno si sostiene che i ponti a catene possano rendersi applicabili alle strade ferrate, e che se finora non se n'è fatta alcuna applicazione ciò deve principalmente attribuirsi ad un saggio mal riuscito in Inghilterra. Siccome però in quel saggio i punti di ritenuta han ceduto, dal che è seguito un abbassamento nel ponte, al quale dovevasi supplire con una pila, così non devesi riguardarne il cattivo successo come dimostrazione di non essere il sistema applicabile, ma devesi piuttosto ascrivere ad un grossolano errore del costruttore, il quale senza dubbio aveva trascurate le precauzioni che debbono aversi nell' ancorar le catene, e non sapeva ben proporzionare la resistenza de' massi di ritenuta allo sforzo che dovean soffrire.

Siccome però in tutti i casi devesi provvedere ad un tale equilibrio, così non si può opporre al sistema dei ponti a catena la mancanza di solidità, ma bensì la mobilità della catena sospesa tra due punti d' appoggio, e l' abbassamento che ne segue nel ponte pel passaggio di un grande carico, il quale è un notabile svantaggio per un convoglio a vapore, dovendo la locomotiva nel suo cammino superare gli ondeggiamenti che essa stessa ha prodotti.

Devesi inoltre aggiugnere che nessuno de' ponti a catene costrutti finora era proprio al passaggio di un convoglio di strada ferrata, giacchè le loro catene di sospensione, per evitare una maggiore spesa, si attaccavano sempre sotto un angolo di 16 a 18 gradi ($1/_{14}$ o $1/_{12}$ della corda per freccia di curvatura) e quindi eran molto più mobili di quanto potrebbero esserlo simili ponti pel passaggio di locomotive.

Però questo inconveniente può essere in tutto o per la più gran parte rimosso mediante modificazioni opportune nel sistema, che richiederanno senza dubbio maggior quantità di materiali e maggiore spesa.

Per diminuire di molto o far del tutto sparire la mobilità de'ponti a catene, che li rende disadatti per le locomotive, vi son diversi mezzi che più o meno combinati insieme possono formare de' ponti interamente rigidi ed inflessibili e rimuovere tutte le obbiezioni contro la loro applicabilità alle strade ferrate.

Questi mezzi sono i seguenti:

1.° La diminuzione della freccia di curvatura o dell' angolo di sospensione per raggiungere un minimo relativo al costo;

2.° L' applicazione di controcatene per fissare il vertice e tutti gli altri punti della linea normale delle catene.

3.° Lo stabilimento di una impalcatura rigida ed inflessibile mediante travi tubulari di lamine, e quindi l' unione del sistema delle catene e di quello de' tubi.

I chiarimenti che seguono mostreranno come questi mezzi presentino un compiuto risultamento.

1.° Siccome i ponti finora costrutti, le cui catene sono sospese sotto un angolo di 16 a 18 gradi, lascian temere una mobilità troppo grande pel peso delle locomotive, così deve la tensione delle catene esser maggiore, e quindi l'angolo di sospensione molto piccolo, cioè di 10° o se è necessario di 8°, nel quale ultimo caso sarebbe la freccia di curvatura $1/_{22}$ della corda.

Senza dubbio con questo mezzo la spesa diviene molto significante, e non pertanto con l' aggiunzione, del pari costosa, delle altre due modificazioni, il sistema de' ponti a catene può risultare il meno caro, paragonato con le altre costruzioni in ferro, come si vedrà ancor meglio nel seguito.

Riporto tonnellate 430

perto da un capo all' altro di carri; ed a queste deve aggiungersi il 15 per 100 di pressione prodotta da una velocità di 5 miglia l' ora, che è calcolata molto largamente. 61

E pel peso delle costruzioni superiori. 782

Peso massimo totale . 1273

La tensione delle gomene risultante da un peso di 1273 tonnellate ed una curvatura media di 59 piedi, è 2340 tonnellate. Siccome la tensione massima supposta non avrà luogo che raramente, si crede sufficiente di dare una forza quadrupla di quella necessaria per questa tensione. Ma supponendo esser di 2000 tonnellate la tensione alla quale possono esser sottoposte le gomene, si accorda una forza quintupla di questa, e si provvede ad una resistenza estrema di 10 000 tonnellate. A tale uopo si richiedono 15 000 fili n.° 10. A ciascun estremo del piano superiore le gomene di sopra saranno aiutate da 18 capi di corda di fili di ferro la cui resistenza sarà eguale a 1440 fili; dedotti questi rimane il numero di fili nelle 4 gomene superiori di 13 560, il numero in una gomena di 3390 ed il diametro della gomena pollici 9 1/4. Il ponte per la strada ferrata sarà elevato 18 piedi dal lato del Canadà e 28 dal lato degli Stati Uniti al disopra della presente superficie della ripa e della presente struttura. Esso sarà il ponte di strada ferrata più lungo fra i punti di appoggio che sia nel mondo.

Il dimostrare che una catena molto tesa è meno flessibile e presenta un abbassamento molto minore, potrebbe sembrare del tutto ozioso. Siccome però la tensione della catena aumenta per le costruzioni e pel carico accidentale, così debbono le sezioni trasversali de' varî pezzi essere ancora più grosse, e quindi un tal ponte a catene tese deve portare un dispendio molto maggiore degli altri di simil fatta finora costrutti. Si comprende per altro di leggieri che sotto il rapporto della spesa questo mezzo non potrebbe divenire eccessivo; però, se è necessario, si potrà ricorrere ancora ad un altro mezzo, cioè:

2.° *L' applicazione di controcatene.* — Quanto si considera dappresso l' azione che un carico ineguale produce lungo la catena tesa ed inestensibile, si scorge che nel punto dove si trova il peso mobile avviene un abbassamento, il quale cagiona in tutte le altre parti non caricate della catena non solo un rialzamento, ma anche un tale spostamento del vertice (per rapporto alla posizione normale della catena) che questo punto trovasi rimosso in due diverse direzioni.

Onde meglio giudicare di questa azione, rappresenti la fig. 18, tav. I, una catena mobile sospesa sotto un grande angolo.

Rappresenti la curva punteggiata l' alterazione della forma di questa catena nel caso che la sua metà bc sia caricata e l' altra ab non lo sia.

Se si considera il vertice b, il quale nel caso di un carico uniforme divideva in due parti eguali ab e bc la lunghezza della catena abc, si troverà che, nel caso accennato di un carico diseguale per mezzo de' pesi d,d,d ec., il vertice della curva $aa'b'a''c$ non trovasi più nel mezzo della lunghezza, ma è trasportato verso la parte carica della catena, e per esempio in b'. La catena formerà quindi due linee differenti delle quali la metà carica appartiene alla curva $\alpha b'a''c$ e quella non caricata alla curva $aa'b'\beta\gamma$.

Si tratta dunque di neutralizzare con qualche mezzo queste due azioni di alzamento e spostamento del vertice normale b e di fissare in modo questo punto che l'abbassamento sopra indicato si trovi del tutto annullato o almeno diminuito in modo da renderlo innocuo per le strade ferrate.

È facile lo scorgere che, fissando il vertice, l'oscillazione viene a diminuirsi di più di un terzo, giacchè allora l'alterazione della forma della catena non può aver luogo che nella metà della lunghezza. Questo scopo è facile ad ottenersi se una catena orizzontale ebf attaccata al vertice b (fig. 19) ne impedisce il movimento orizzontale e se un altra catena $g\,b\,h$ che passa pel medesimo vertice ed è tesa da' due lati verso sotto, secondo direzioni diagonali, ne impedisce il movimento verticale.

Queste due catene, che noi chiamiamo controcatene debbono però essere ben tese ed inflessibili ed ancorate nella base delle pile. La prima presenta a tale uopo una posizione orizzontale e la seconda è ritenuta dalle pile di sospensione per potersi matenere in linea retta.

Per quanto nocivo apparisca, ne' ponti da strade ferrate ed in generale in tutti ponti a catene, per la solidità delle pile il fissare le catene principali ne' punti di appoggio a e c, altrettanto riesce innocuo che le due controcatene sieno fissate in un punto così basso e caricato dall' intiero peso della costruzione, dacchè:

I. Su questo punto gravita non solo il peso del ponte ma anche quello della fabbrica delle parte superiore delle pile;

II. Il braccio di leva della catena tesa orizzontalmente per l' altezza della freccia di curvatura viene accorciato in modo ancor più significante dalla catena diagonale e per le circostanze locali, e quindi non può esercitare alcuna influenza nociva sulla solidità della pila; e ciò tanto meno, dappoichè

III. Le controcatene debbono resister solo alla tensione orizzontale prodotta dal carico accidentale (circa la metà dell' intera tensione orizzontale) e per conseguenza

IV. Il momento di questa tensione potrà trascurarsi come del tutto insignificante contro il momento della pila caricata.

E però assolutamente necessario di applicare ambedue le controcatene, giacchè la catena orizzontale ef è destinata ad impedire il movimento laterale, e la diagonale gbh il rialzamento del vertice o del punto di mezzo, e quindi l' una senza l' altra non diminuirebbe che parzialmente ed imperfettamente l' oscillazione della catena.

Siccome il rapporto del peso accidentale a quello della costruzione è prossimamente 1 : 1, così le controcatene dovranno anche presentare una sezione di ferro circa la metà di quella delle catene principali, il che aumenta nella stessa proporzione la quantità di ferro e la spesa.

Siccome tutte le catene, tante quelle di sostegno che le due controcatene, son connesse fra loro dalle aste verticali di sospensione, così si scorge che per questo legame anche il cambiamento di figura e l'abbassamento che possono ancora avvenire nella mezza catena (cangiamento ed abbassamento che per la fissazione del vertice è ridotto ad $^1/_4$ di quanto era dapprima) viene ad esser quasi del tutto annullato, giacchè nessuna porzione di catena può piegarsi senza rialzare un' altra porzione; il che dalle controcatene è reso impossibile od almeno inverosimile.

Ci rimane da parlare infine del terzo mezzo cioè

3.° *Lo stabilimento di una impalcatura rigida ed inflessibile* mediante l' uso di traversoni o sostegni trasversali di ferro battuto o tubulari, e lo stabilimento di due correnti longitudinali o travi vuoti tubulari di lamiera di ferro applicati lungo i due lati del ponte sotto le catene di sospensione, ed attaccati solidamente con viti con ciascuno de' singoli traversoni

Questi correnti non son destinati a sostenere alcuna parte della costruzione del ponte, ma solo a procacciare l' inflessibilità della impalcatura ed a riportare sopra una maggior superficie il peso agente sopra un punto, e quindi debbono esser sostenuti dalle catene principali come un peso morto, e riguardarsi come un aumento nella sezione delle catene e nel costo di un ponte sospeso da strada ferrata.

Siccome ne' ponti a catene in generale, la maggiore o minore mobilità dipende dal rapporto del peso accidentale al peso della costruzione, e per conseguenza quanto maggiore è quest' ultimo tanto più immobile è il ponte, così bisogna aver la cura, mediante un' opportuna costruzione, di render utile quanto più è possibile il peso morto, il che qui si consegue tanto col mezzo delle controcatene che de' correnti rigidi in unione de' traversoni di ferro.

Le dimensioni de' correnti rigidi o tubulari dipendono naturalmente dalla larghezza della luce del ponte; però, non dovendo essi sostener nulla ma essendo bensì sostenuti e destinati soltanto a distribuire il peso sopra una superficie la più estesa possibile, sarà sufficiente, anche ne' ponti di maggior lunghezza, che essi abbiano (fig. 20) da 4 piedi a 4 $^1/_2$ di altezza, da 2 a 2 $^1/_2$ di larghezza, che sieno fatti di lamine grosse da 6 ad 8 linee con ferri angolari, e che sieno fermati con viti a ciascun traversone. Le aste di sospensione possono passare a traverso di questi correnti tubulari, facendosi per tale oggetto de' fori bislunghi nella faccia superiore e nella inferiore de' medesimi, a convenienti distanze.

In un simile caso, quei correnti tubulari potrebbero anche adattarsi a far le veci di parapetti al ponte. Per aumentare ancora la rigidezza della impalcatura si possono anche usare delle forti rotaie aventi una sezione in forma di Ω, le quali del pari attaccate con viti a ciascun traversone del ponte, ne accrescono ancora la rigidezza, e ripartiscono il peso da ciascun punto isolato sopra una maggior estensione di superficie in modo da non dar luogo a sensibili flessioni.

Epperò, allora quando si usino tutte le fin qui accennate modificazioni, rimane fuori dubbio che i ponti sospesi possano rendersi applicabili anche per le strade ferrate, e solo potrebbe obbiettarsi che i ponti a catene per le strade di ferro con questi mezzi divengono molto più cari di quanto lo sieno finora stati per le strade ordinarie.

Quando però si paragoni questa costruzione costosa dei ponti a catene con quella de' ponti ad archi (i quali del resto in molti casi non possono per nulla o difficilmente applicarsi, come quando si tratti di attraversare larghe e veloci correnti o de' passaggi larghi e molto bassi) si troverà che la spesa della prima ascende appena alla ottava o decima parte dell' ultima.

Anche in Inghilterra si sono cercati de' mezzi di allontanare l' oscillazione dei ponti a catene per renderli applicabili alle strade ferrate, ed il sig. James Hackel propose per diminuire l' oscillazione osservata ne' ponti in ferro battuto, di applicare, partendo delle pile, come mostra la fig. 21, delle ancore di tensione in forma di raggi, le quali connesse a distanze eguali alla curva della catena *a b c d e* dovevano render questa rigida ed inflessibile.

Egli ha pubblicati i risultamenti ottenuti nell' esperimento fatto sopra un modello di una simile costruzione, caricato da un peso che ne percorreva l' impalcatura, i quali sembrano interamente rassicuranti, sebbene siensi trascurati i mezzi preferibili per diminuire l' oscillazione, cioè la diminuzione dell'angolo di sospensione e della freccia di curvatura. Come mezzo secondario però questa disposizione a raggi delle ancore è non solo difficile e complicata, ma nelle grandi aperture richiede, in proporzione, maggior quantità di ferro che le controcatene, giacchè la forza delle ancore verso il vertice *c* deve sempre crescere a cagione della loro posizione e della crescente tensione, e per ben corrispondere allo scopo, nella loro posizione diagonale, esse dovrebbero essere assicurate prima con separato mezzo di sospensione dalla loro propria flessione, cagionata dalla gravità.

È facile inoltre a vedere che le controcatene sono preferibili, per essere più semplici e facili a costruirsi.

Ci rimane infine ancora a dimostrare, come abbiamo sopra enunciato, che il descritto sistema di ponti a catene reso molto più costoso da' mezzi sussidiarî è ciò non ostante molto meno caro che quello de' ponti tubulari.

Si è già detto di sopra che ne' ponti Britannia ogni piede corrente della doppia via pesa al di sopra di 150 quintali di Vienna, e quindi un piede corrente di un solo tubo per una rotaia, riferito a misure di Vienna pesa 75 quintali.

Siccome questi ponti contengono delle divisioni di 400 piedi inglesi = 385.2 di Vienna, così si prenda per comodità di calcolo, e non per facilitare la dimostrazione, un ponte a catene di 400 piedi viennesi di lunghezza, e quindi più lungo per 14.8 piedi del ponte tubulare, e che abbia anche la larghezza di 17 piedi viennesi invece di 14 inglesi, a cagione degli archi di passaggio nelle pile di 42 piedi, il che cade a svantaggio de' ponti a catene.

Su 400 piedi di lunghezza del ponte, si può calcolare il peso accidentale nel modo seguente

2 locomotive con carro da provvisione a 600 quintali	1200	quintali
10 grandi carri carichi a 300 . .	3000	»
in uno	4200	quintali
Ed il peso della costruzione a . .	8200	»
onde il carico totale ascende a . .	12400	quintali

E quindi si ha il peso per ciascun piede
orrente del ponte . . . $p = \frac{12400}{400} =$ 31 quintali

Siccome ora la mezza lunghezza della
atena . . . . $h = \frac{400}{2} =$ 200 piedi

' angolo di sospensione della catena . . = 10 gradi

la freccia di curvatura

$$f = \frac{h \ \tang \alpha}{2} = \frac{200 \times 0.1763}{2} = 17.63 \text{ piedi}$$

osì si ottiene la massima tensione della
atena nel punto di sospensione,

$$T = \frac{ph}{\operatorname{sen}\alpha} = \frac{31 \times 200}{0.1736} = \text{circa} \quad 35700 \text{ quintali}$$

E se si prende per resistenza assoluta
lel ferro per pollice quadrato di sezione
180 quintali (per assicurare una resistenza tripla del bisogno) risulta la sezione $q = \frac{35700}{180} = 198$ o circa. . . 200 poll. q.

La lunghezza della catena principale
di sospensione si ricava dall' equazione

$$L = 2\,h \left[1 + \frac{1}{6}\left(\frac{2\,f}{h}\right)^2 - .. \right]$$

$$= 400 \left[1 + \frac{1}{6}\left(\frac{35.26}{200}\right)^2 - .. \right]$$

$$= 400 \ (+ 1.005) = \ldots \ldots \ 402 \text{ piedi}$$

I due rami di ritenuta sotto un angolo
di 20° a 117 piedi l' uno danno . . 234 »

Epperò l' intiera lunghezza è di . 636 pied

Quindi la quantità di ferro occorrente
sarà :

1.° Per le catene di sospensione e ritenuta 636 × 12 × 200 pollici quadrati = 1 506 400 pollici cubici, che ad $^1/_4$ di libbra fanno . . . . . 3766 quintali

2.° 80 traversoni (da porsi a 5 piedi di distanza sopra 400 piedi) di ferro con armatura a 1628 libbre. . . . 1302 quintali

3.° 2 correnti rigidi tubulari alti 30 pollici, larghi 18 ; e quindi la parte superiore e la inferiore di questi a 18 pollici fa . . . . . . 36 pollici
i due lati a 30 pollici. . 60 »
156 »

Riporto 156 pollici
Per la gross. della lamina di 0.5
fa il piano della sezione di 78 »
La lunghezza de' due tubi
è di 800 piedi o . . . 9600 »
quindi essi contengono un
vol. di 9600 × 78 = 748800
pollici cubici, ad $^1/_4$ di libbra . . 1872 quintali

4.° Aste di sospensione, perni ec.,
$^1/_{10}$ del peso totale della catena. . . 376 »

Laonde il peso totale di ferro è . 7316 quintali
che diviso per la lunghezza dà a piede
corrente di ferro , ... 18,3 »
mentre ne' ponti tubulari ne cade per
ogni piede inglese . . . . 75 »
o per piede di Vienna circa. . . . 78 »

E quindi circa 5 volte altrettanto di quanto se ne richiede pe' ponti a catene.

Da questa esposizione si può conchiudere che i ponti a catene, costruiti nel modo sopra accennato, possono adoperarsi pel passaggio delle locomotive, e che questo sistema fra tutte le altre note costruzioni di ponti in ferro si distingue come il più solido ed il meno costoso.

Letture sulla storia dell' Architettura

di Samuele Clegg*, *iuniore (a)

LETTURA 1.ª — INTRODUZIONE. — EGITTO.

È universalmente riconosciuto essere la storia uno tra i più istruttivi ed interessanti studî che possano occupare la mente dell' uomo. Essa non deve però consister soltanto in una lista cronologica de' sovrani regnanti, ed in una semplice narrazione di partiti, di guerre sempre rinnovantisi, col necessario seguito di delitti e di sofferenze, ma deve esser la storia dell' umana famiglia e del suo graduale sviluppo; della civiltà e de' suoi movimenti di progresso e retrocessione; della religione e del commercio; della letteratura, delle arti e delle scienze: la storia infine di tutte quelle cose la cultura delle quali ha con l' andar de' secoli cangiato l'ignorante selvaggio, poco

(a) Queste letture, fatte al *Collegio per le scienze pratiche generali* di Londra e pubblicate nel *Civil Engineer*, racchiudono un sunto di quanto i più reputati scrittori ed i più recenti han detto sulla storia dell' Architettura, come può vedersi dalla lista delle autorità messa in fine di ciascuna lettura; epperò noi crediamo render servigio a' nostri associati con l' andarle riportando man mano ne' nostri fascicoli.

superiore agli armenti da cui traeva il vitto ed il vestimento, nell'uomo morale ed intellettuale.

Niuna cosa può per certo presentare maggiore interesse a noi che viviamo nella piena luce del decimonono secolo, che, volgendo uno sguardo al passato e traversando con la mente le età tenebrose, passare a rassegna i primi albori della civiltà nell'Egitto e nell' Assiria, il suo pieno meriggio nella Grecia, e le vespertine glorie di Roma. In questo esame non ci si presenta nessun' arte o scienza nella quale il genio di ciascuna successiva età siasi tanto sviluppato, quanto nell' Architettura, arte fra tutte le altre di maggiore utilità ed ornamento, che serve ad un tempo alla sicurezza ed agli agi, a' piaceri ed alla dignità dell' umana specie. L'architettura fornisce le cittadelle per la difesa, le abitazioni per la vita privata, innalza i tempî per la religione, e edifica i teatri dove cerchiamo il sollazzo; essa getta ponti su' torrenti che non potremmo altrimenti valicare, e conduce da lontani monti le onde rinfrescanti, erige monumenti a' trapassati illustri, ed in breve ha una parte in quasi in ogni comodo e diletto della vita. Gli avanzi architettonici sono i soli sicuri ricordi che possediamo di molte antiche nazioni: nè possiamo meglio giungere a conoscere i popoli separati da noi dall' intervallo dei secoli che esaminandone gli edifizî ed i monumenti. I tempî ci parlano della loro fede e delle forme del loro culto; i pubblici edifizî ed i tribunali delle istituzioni civili; gli archi di trionfo, i tripodi e gli obelischi dei loro eroi e benefattori; le case private della loro vita domestica; ed i luoghi delle loro assemblee e de' loro passatempi del grado di civiltà cui erano pervenuti. Anche sotto un altro punto di vista lo studente si troverà ben rimunerato del tempo speso nello studio della storia dell'architettura, dacchè nulla val meglio a maturare il giudizio e raffinare il gusto. E certamente nel prepararci ad esercitare un' arte od una scienza e cercare di condurla a maggiore perfezione co' nostri sforzi, ci è d' uopo aver piena conoscenza di que' tesori che l' ingegno de' nostri maggiori ci ha lasciati in retaggio. Ma se vogliamo veramente istruirci, noi dobbiamo intraprendere questo, come ogni altro studio, con la mente scevra da preoccupazioni e libera da pregiudizî; noi dobbiamo di buon grado ammettere l' eccellenza dovunque essa esista, vedere il bello dovunque si trovi, e rigettar solo ciò che è barbarie ed orpello. Dobbiamo ricordarci nell' esame di ogni vario stile, che nessuna forma originale fu mai arbitraria od accidentale; che dovunque il modo di costruzione è adatto a' materiali, dovunque lo stile di architettura corrisponde al clima e si confà agli usi ed ai sentimenti dalla nazione e dell' epoca; dovunque esso presenta con le sue forme principali e ne' suoi particolari ed ornamenti un tutto armonioso, respingendo ogni cosa che gli sia straniera od incompatibile, ivi troveremo sempre alcun che da apprendere e da ammirare; niente devesi condannare se non ciò che è disadatto o disarmonico. Questi principî debbono servirci di guida nel formarci un giudizio delle opere di tutti i tempi e di tutti i popoli; tenendoli presenti alla mente, potremo subito accorgerci quando uno stile sia preso ad imprestito, quando esso tragga la sua origine da un clima e da circostanze differenti, pel carattere sconnesso e disarmonico che deve per certo ritenere; fin tanto che non venga un artista di eminente ingegno a formare dalla massa de' materiali raccozzati un novello stile di costruzione nazionale ed opportuno.

Cosa evvi mai di più sublime de' monumenti dell' antico Egitto, ne' quali, con la semplice grandiosità del contorno e co'simboli scolpiti, una nazione nell'infanzia del mondo si sforzava di esprimere la sua fanciullezza venerazione per quanto d' invisibile e d'ignoto la circondava? e che di più ridevole che un *pilone* in miniatura nelle affollate vie di una gran città, o un *dromo* di minute sfingi poste a guardia alla porta ed alla piccola sala di ingresso della villa suburbana di un ritirato cittadino? Come è bello un tempio dalle splendide colonne di marmo pentelico, posto sopra qualche elevata collina, e che serve di guida al greco viaggiatore allorchè rivolge i suoi passi verso la patria, o che rifulge alla luce del sole in mezzo alle ombre de'sacri circostanti boschetti! e quanto poco acconcia riesce l'imitazione di un tale tempio, trapiantato nell' umido e nebbioso atmosfera dell'Inghilterra e destinato a servire ad uso di abitazione, col suo portico che ostruisce il passaggio della scarsa luce, ed il suo tetto poco declive sul quale l'acqua e la neve si fermano a loro bell' agio. Vi è nulla di più glorioso e significativo di una cattedrale gotica, con le sue linee ondeggianti e le sue moltiplici parti, che richiamano alla mente il pensiero dell' immenso e dell' infinito, e che si eleva, colonna sopra colonna, arco, torre e pinnacolo sempre verso l'alto, come le aspirazioni de' cristiani? Nulla è certo più appropriato allo spirito dell' epoca che il castello di un barone feudale, co'suoi merli e le sue torri di guardia, terrore o protezione della circostante contrada. Ma che diremo di una casa di campagna costrutta secondo l' acuminato stile cristiano, e forse con la giunta di un filare di camini alla cinquecento? o di una dimora fortificata, che è destinata ad essere l' asilo della pace e della sicurezza?

Con lo studio della storia dell'architettura tanto i pregi che i difetti appariscono con maggiore evidenza, sicchè io riguardo questo studio non solo come piacevole, ma come della più alta importanza pratica per l' architetto e pel dilettante. Riesce interessante il vedere l' alta stima di cui godevano le arti negli antichi tempi. Negli intervalli di pace, i pensieri e l' energia de' governanti e del popolo eran tutti rivolti all' ornamento del suolo nativo al quale servivano le stesse spoglie della guerra. In Egitto la professione di artista era considerata di tanta importanza che non si permetteva alle persone illetterate di eser-

carla. Agamede e Trofonio, principi di Orcomene nella ozia riceveron l'apoteosi da'loro concittadini per la loro ilità nelle arti meccaniche. Ed i lucumoni o nobili etruhi, erano non solo i senatori, i generali ed i sacerdoti, a anche gli astronomi, gl'ingegneri e gli architetti della ro patria. Dovunque l'architettura fu tenuta in onore, r una conseguenza naturale, la pittura la scultura e tte le arti decorative han fiorito al tempo stesso ed in goduto di pari considerazione.

Sebbene si debba credere che la costruzione degli edifizî stato uno fra i primi bisogni della umanità, pur tuttalta, a cagione della poca consistenza de'materiali proibilmente adoperati in quelle costruzioni primitive, i ù antichi avanzi architettonici che ci sieno pervenuti ser debbono per più secoli posteriori alle capanne di leo o di fango delle razze originarie. Epperò nello investigare i primi passi dell'arte, altro non ci è dato che correre a conghietture. Siccome dobbiamo credere che i imi popoli vivessero in climi caldi, dobbiamo pure imaginare che essi di poco abbisognassero oltre di ciò che natura loro somministrava, cioè i boschi per ricovero le produzioni del suolo come cibo; così essi vivevano senza ra o fatica. Ma crescendo il numero degli uomini fu cessario che si estendessero per procurarsi un sufficiente trimento; e delle colonie delle tribù primitive vagando regioni più fredde o più calde, nelle quali la natura a stata meno liberale de' suoi doni, furono costrette a nsare, ad inventare, a lavorare per provvedere alla opria sussistenza. Noi possiamo ritenere che gli abitanti queste prime colonie si dividessero in tre classi, i cacatori, i pastori, gli agricoltori.

1.° Il cacciatore menando una vita precaria e solin, e cangiando spesso di stazione per seguire la sua eda, allorchè era stanco per le fatiche durate nella giorta si contentava di cercar riposo per la notte in una otta od altro naturale ricovero, dove potesse preparare suo cibo ed apparecchiare i suoi agguati pel dì seguente; esto è il più rozzo stadio dell'esistenza; nè troviamo Indiano e l'abitante della Nuova Zelanda in uno stato civiltà molto maggiore di quella in cui avean dovuto sere i loro più remoti antenati.

2.° Il pastore viveva una vita patriarcale del mezzo delle e mandre e greggie; e dovendo egli cercare le aperte anure pe' pascoli, non poteva ricorrere alle montagne a'boschi per trovare un ricovero; e menando una vita made, cangiando contrade allorchè la pastura era esaua nelle antiche, non poteva neppure costruirsi una stale dimora: e quindi noi troviamo sempre i popoli pari viventi nelle tende che possono al bisogno trasporrsi con tutti gli utensili e le masserizie.

3.° Gli agricoltori; a questa classe dobbiamo volger lo uardo per trovare le prime istituzioni della vita sociale il consecutivo progresso della civiltà. L'agricoltore dovea per necessità rimaner fisso in un luogo; il lavoro era diviso, e l'industria di ciascuno tornava a benefizio di tutti. Crescendo la comunità, una piccola parte della popolazione fu trovata sufficiente al lavoro della terra; gli altri dovettero quindi ricercare un altro mezzo per trar profitto dal tempo e dall'opera loro, e così l'energia dell'uomo fu per la prima volta messa in azione per creare bisogni fattizî e provvedervi; i membri della società cominciarono ad aver bisogno l'uno dell'altro, i diritti di proprietà furono riconosciuti, uno scambio di comodità ebbe luogo e si cominciarono ad abbozzar delle leggi per proteggere il debole contro il forte. La ricchezza crescente della comunità richiese maggiori mezzi di sicurezza; non solo vi fu bisogno di case pel popolo e di edifizî per conservare i grani, ma si dovettero elevar mura per proteggere lo stato bambino dalle invasioni de' vicini meno industriosi. Un capo fu eletto per dar forza alle leggi, dirigere i consigli e guidare i guerrieri; e siccome tutti erano occupati nelle loro svariate bisogne, fu formato un sacerdozio che avesse cura degli interessi della religione, ed offrisse sacrifizî agli dei: e quindi altari o tempî furono eretti alla deità protettrice e si edificò un palagio dove il capo trascelto potesse con la conveniente dignità risedere. Altre abitazioni si moltiplicarono naturalmente intorno all'altare ed al palazzo: e così ebbero origine le prime città. Sovente ne' tempi primitivi il sovrano era al tempo stesso sommo sacerdote; epperò troviamo in Egitto il palagio ed il tempio in un solo edifizio, del quale la sala di giustizia è una parte essenziale. Man mano che le città sorgevano l'una dopo l'altra, si aprivano fra queste comunicazioni per mare e per terra, e quindi si costruivano strade e porti. Alcune di queste città si univano sotto un solo capo per mutua difesa, altre erano colonie di una città madre e seguitavano a riconoscerla per loro metropoli: così si formavano i regni e la civiltà progrediva, non solo in tempo di pace, ma, in quella infanzia della società, ancor più rapidamente in tempo di guerra, giacchè i conquistatori aggiungevano le arti e l'istruzione dei vinti a quelle che aveano essi stessi acquistate. È questa trasmissione e diffusione di idee che rende tanto difficile di determinare l'origine esatta di ciascuna arte o scienza, e che ha dato luogo a tante discussioni per conoscere se sia stato l'Egitto, la Fenicia o l'India a muovere il primo passo nel cammino progressivo dell'umanità. Ponendo però da banda tal quistione, io preferisco di parlar prima dell'Egitto, giacchè di tutte le nazioni dell'antichità è quella ci ha lasciato ricordi più remoti, autentici e copiosi.

L'Egitto avrà sempre dritto a suscitare un grande interesse, e per servirci delle parole del sig. Pharpe nel parlare delle storie ebraica, greca e romana « dopo queste » tre storie quella dell'Egitto merita per certo il primo » posto, per la grande influenza che questa importante » regione ebbe sulla filosofia e la scienza del mondo, e

» pel grande aumento che essa dette al gran fiume della » civiltà; il quale dopo aver attraversate le antiche età » ed aver resi fertili i secoli pe' quali passava, ritiene » ancora, nella presente sua piena, il colore delle primi- » tive sorgenti dalle quali sgorgava. L' architettura, la » scultura, l' arte dello scrivere, l' uso della carta, le » matematiche, la chimica, la medicina, e possiamo an- » che aggiugnere la legislazione e quasi ogni arte che » fiorisce sotto un regolare governo, trassero origine dal- » l' Egitto e giunsero in Europa per quella via ».

Prima di esaminare l'architettura dell'Egitto è necessario volgere una rapida occhiata alle particolarità della sua posizione, del clima ed all' abitudine di idee dalle quali trasse origine. Questa contrada, essendo poco più che una zona di terra formata dalle inondazioni annuali del Nilo, nel mezzo di deserti di sabbia, racchiusa fra rocce, era tanto isolata e protetta dalla natura da esser meno soggetta a quelle perpetue invasioni ed incursioni che formano una parte principalissima nell' istoria delle altre nazioni. L'Egitto non poteva essere attaccato che per via di angusti e difficili passaggi dall' Etiopia, Siene, o l' Arabia Nabatea; per conseguenza veggiamo la stessa dinastia governarlo per molti centinaia di anni. Manetone ci dà una lista di re indigeni Thiniti, Memfiti ed altri, comprendenti sedici dinastie, che durarono (se possiamo prestargli fede) per un periodo di quasi quattromila anni prima dell' invasione de' re pastori. Durante questo tempo le arti e le scienze aveano fatto maggiori progressi che in ogni altra contrada. Il suolo ed il clima influivan pure grandemente nel formare il carattere del popolo. I continuati sforzi per preservare la valle del Nilo dalle invasioni del deserto o, come essi dicevano, il perpetuo conflitto tra il dio Osiride (che ogni anno sorgeva dal suo letto in Filea per ispandere le sue benedizioni sulla contrada) ed il cattivo spirito Tifone, tenevan desta tutta l'energia di quel popolo e per lungo tempo lo preservarono da quello spirito snervante di lusso e di ozio, dal quale si è vista prodotta la decadenza di tante nazioni. Le particolarità di questa regione, contribuirono ancora senza alcun dubbio a formare quel popolo serio e devoto che ci vien descritto da Erodoto, il quale dice « essi » son molto religiosi e sorpassano tutti gli altri uomini » nel culto che rendono a' loro numi ». Essi vedevano ogni anno i loro campi fertilizzati dalla mano della provvidenza, le acque sgorgare da una ignota sorgente, e ritirarsi di nuovo al tempo opportuno; miravano il sole tramontare ogni notte dietro gli sconosciuti e silenziosi contorni del deserto di Libia; e quindi sorgeva in essi un misterioso sentimento della divinità, una interna coscienza dell' impotenza dell' uomo messo a paragone coll' *Innominabile* (1) cui era reso il supremo omaggio. Il Nilo era sotto un altro rapporto la gran sorgente di prosperità del paese; esso presentava la più lunga navigazione mediterranea conosciuta dagli antichi, e quindi divenne la via per la quale le ricchezze dell' India erano scambiate con quelle di Europa, formandone così una corrente continua a traverso la terra d' Egitto. I vantaggi della navigazione del Nilo furono conosciuti tanto di buon' ora, che la sua valle fu coperta da spessi villaggi, mentre le prossime contrade dell' Arabia e della Siria erano appena popolate da pochi pastori. La popolazione dell' Egitto andò rapidamente crescendo, sotto queste favorevoli circostanze, e nel regno di Amasi II (566 avanti Gesù Cristo) ascendeva a sette milioni di abitanti.

(1) Presso gli Egiziani era riguardato come cosa empia il nominare l' Essere Supremo.

Noi non possediamo molte leggende o tradizioni riguardanti l'antico Egitto; le altre nazioni vantano i loro poeti e storici, ma in questo paese i nomi ed i fatti dei re e degli eroi erano scolpiti in pietra, e la storia della privata vita era dipinta sulle tombe: così che se abbiamo meno finzioni abbiamo una maggiore base sicura di realtà.

Il nome di This ci si presenta come quello della prima città egizia, poscia abbiamo i nomi di numerosi re di Tebe e di Memfi; di questi non conosciamo l' epoca precisa; sappiamo solo che ci fanno rimontare di molto la corrente de'tempi; e quando Abramo visitò l'Egitto (circa il 1600 av. G. C.) egli dovè trovare il paese in uno stato di civiltà già avanzata. In seguito regnarono gli abborriti Hycsos, i re pastori, quegli « uomini d'ignobile razza » come li chiama Manetone; dopo la loro espulsione una successione di re indigeni si estende per un periodo di 500 anni. Durante questo tempo, Tebe era la città capitale, e l'Egitto sorpassava ogni contrada del mondo conosciuto per ricchezza e potere. Nel 1400 av. G. C. l'alto e basso Egitto erano uniti sotto Thothmosis II e la regina Nitocris; nel regno di Amnopth II (1300 av. G. C.) Mosè fu educato nelle dottrine degli Egizi. Nel secolo seguente (1200 av. G. C.) giungiamo all' epoca di Ramsete il Grande, l' età di Augusto della storia di Egitto, epoca in cui le arti indigene e l' architettura furono portate al maggior grado di perfezione.

Nei 500 anni seguenti, dal tempo di Shishak, vincitore di Reoboamo, la Tebaide cadde al rango di una provincincia, e Memfi ridivenne capitale. La ricchezza e la popolazione continuarono a crescere, ma l'amore del suolo natio e le virtù declinarono, ed invece di servire ad aumentare i magnifici monumenti degli antenati, il denaro venne impiegato ad assoldar truppe greche. Fu in questo periodo che i greci cominciarono ad attinger notizie da'dotti dell' Egitto; ed i nomi illustri di Talete, di Solone e di Pitagora, ci si presentano fra i viaggiatori di quell' epoca. L' aiuto straniero valse poco essendo mancato il valore indigeno e l' Egitto cadde, sotto Cambise (523 av. G. C.) per non mai più rialzarsi nella pristina gloria e potere. Quel paese passò successivamente sotto il giogo de' Per-

siani de'Greci e de' Romani, sebbene governato di nome da principi indipendenti. Finchè governarono sovrani indigeni, anche solo di nome, lo stile dell'architettura fu poco alterato: ma immediatamente dopo il regno di Cleopatra si fuse in quello di Roma, come lo stato si fuse anche esso in quel vasto imperio.

Nelle forme generali dell'architettura, gli Egizî sembrano aver imitato l'angolosità delle nude rocce e le lunghe linee orizzontali delle pianure deserte. I loro materiali consistevano quasi intieramente in mattoni e pietra, dappoichè gli alberi indigeni erano principalmente la palma, il sicomoro e l'acacia, de'quali il primo mancante di forza e di durata, l'ultimo troppo raro per essere usato con molta estensione ne' loro edifizî, erano adoperati per mobili, casse da mummie ec. Il legno era tanto pregiato da essi, che il cedro, l'ebano ed altri legni rari formavan parte del tributo imposto alle nazioni conquistate, ed il mogano dell' India era importato insieme alle più costose produzioni di quella contrada.

Sembra che i mattoni fossero il primo materiale adoperato, probabilmente prima che si conoscesse l' arte di cavar le pietre; essi furono poscia usati a costruir muri di chiusura, e negli edifizî in cui si ricercava piuttosto l' economia e la pronta esecuzione che la durata. I mattoni egiziani erano generalmente crudi, misti a paglia e seccati al sole; i mattoni cotti in fornaci si adoperavano talvolta nelle fondazioni, nelle rive murate, ne'terrazzi elevati su' quali le città erano costrutte, o in ogni occasione nella quale doveano trovarsi esposti a frequente contatto con l' acqua. I mattoni crudi avean circa 15 pollici di lunghezza, 7 di larghezza e poco più di 5 di grossezza. Questo semplice materiale era particolarmente adatto a quel clima caldo ed asciutto, nel quale la pioggia cade scarsamente, ed inoltre si poteva preparare facilmente e con rapidità. Le fabbriche di mattoni fornivano occupazione abbondante per molti lavoratori, e le richieste erano tante, e tanto proficuo ne era il traffico, che il governo egizio se ne impossessò ed accrebbe considerabilmente l' entrata con questo monopolio. Per impedire che se ne fabbricassero senza autorizzazione, si stampava su' mattoni prima che fossero seccati un suggello contenente il nome del re o di altra persona privilegiata: molti mattoni con tali impronte sonosi trovati a Tebe ed altrove. Secondo Vitruvio, i mattoni crudi si debbono fabbricar solo in primavera o in autunno per potersi asciugar lentamente; quelli fatti nel caldo dell' està, si seccano subito all' esterno, mentre l' interno ne rimane umido, e divengono così difettosi e facilmente si rompono. Egli osserva inoltre che i mattoni si dovrebbero seccar cinque anni prima di considerarsi buoni per essere adoperati, e che l'essersi usata una tal precauzione, dovrebbe esser certificato da un magistrato. Se queste regole traevano origine dagli Egizî, è probabile che l' impronta di cui si è fatto cenno potesse anche essere una garentia della solidità de' mattoni.

Le rocce che limitavano da' due lati la valle del Nilo, presentavano in abbondanza pietre per ogni uso. Il basalto, la sienite ed il porfido per gli obelischi e le statue, e la pietra calcare e l'arenaria per gli edifizî, si trovano da un capo all' altro dell' Egitto.

Un antica città egizia doveva presentare un aspetto ben differente da quelle delle altre nazioni contemporanee, per l' assenza de' muri di cinta, che formano una parte così notabile nelle città asiatiche ed in quelle dell'antica Grecia, poichè la posizione isolata del paese rendeva superfluo questo mezzo di protezione. Per arrestare le invasioni degli Arabi, un muro di confine di mattoni crudi si estendeva dal Pelusio, lungo il limiti del deserto, per Eliopoli, fino alla frontiera Etiope a Siene, per una distanza di circa 187 miglia romane: molti vestigi esistono ancora di questa grande opera. Muri di chiusura circondavano i tempî, ma questi muri, sebbene talvolta avessero fino a 24 piedi di grossezza, sembrano essere stati fatti meno per oggetto di difesa che per segnare il limite del sacro recinto.

I monumenti dell' Egitto possono dividersi in sei classi: 1.° Le piramidi; 2.° le enormi moli destinate al triplice uso di tempio, palazzo e fortezza; 3.° i tempî edificati, muniti o no di fortificazioni, 4.° i tempi in parte scavati ed in parte edificati; 5.° i tempî monoliti e scavati; e 6.° le tombe.

Le piramidi di Cochome sono i *monumenti* più antichi non solo dell' Egitto, ma probabilmente del mondo. Manetone le attribuisce a Venefre, re di This, della prima dinastia. Le grandi piramidi di Gizeh furono costrutte da Sufis, o Cheops, ed il suo successore Sensufis, come si suppone, circa il 1600 av. G. C. Ciascuna di queste immense strutture occupa uno spazio quadrato da circa undici acri: la maggiore ha 728 piedi a ciascun lato della base, e circa 500 di altezza. La forma piramidale sembra aver trovato favore presso tutte le nazioni dell' antichità. Si trovano piramidi nell'Assiria, e fra gli avanzi dell' America centrale. Si è supposto che questa forma abbia potuto trarre origine dall' antico culto di Mitra, ed essere stato un simbolo de' raggi del sole. La piramide ha potuto però anche presentarsi come la forma più durabile e più semplice di costruzione, che permetteva agli antichi popoli di elevar monumenti su quella scala gigantesca che essi ambivano; e se ammettiamo che tutto ciò che tende a suscitare l' idea di forza ed energia superiore contenga gli elementi del sublime, non possiamo negare questo attributo alle piramidi ed alle altre sorprendenti opere degli antichi Egizî. Erodoto c'informa che il re Cheops fece sospendere ogni altra opera finchè queste non fossero compiute; 100 000 uomini vi erano di continuo occupati ed erano ricambiati ogni tre mesi da un egual numero, e 20 anni furono impiegati alla loro

costruzione; egli ci dà anche il computo delle radici, cipolle ed agli consumati dagli operai (che probabilmente non aveano altro stipendio) per le quali cose si spendevano 1600 talenti di argento, o nella nostra moneta circa diciotto soldi l'anno per ogni operaio. Queste notizie Erodoto le avea raccolte dalle iscrizioni geroglifiche, che ai suoi giorni ancora esistevano sul lato della piramide. Non rimane dubbio che quelle piramidi erano destinate per sepolture. La regina Nitocris costruì la più piccola delle tre presso Memfi, e la rivestì di granito rosso di Siene. Nella valle di Saggarrah esistono ancora trenta piramidi, e vi sono le tracce di molte altre.

Tanto nella pianura che nelle alture intorno Tebe trovansi molti resti di piccole piramidi di mattoni crudi, in una delle quali trovasi il più antico arco finora scoperto, poichè se ne fa rimontare l'epoca al 1540 av. G. C. Gli Egizi costanti ed inflessibili in tutto ciò che si riferiva a forme religiose, osservavano nella costruzione de' loro tempî le stesse immutabili regole: questi edifizî quindi differiscono l'uno dall'altro solo per la grandezza e l'estensione. I principali caratteri dell'architettura egizia sono la vastità, la regolarità, e l'angolosità, formanti uno stile così stupendo, così calmo nella grandiosità delle sue masse, che questi monumenti han potuto più di tutti gli altri sfidare gli insulti del tempo, e colpiscono ancora chi li guarda di ammirazione e sorpresa. L'incapacità di combinare la solidità con la leggerezza produsse forse que'muri esterni massicci e costrutti a scarpa; ma mentre la parte esteriore avea sempre una forma piramidale, la parete interna era verticale, dando così una grossezza maggiore alla base che alla sommità. Un'altra particolarità è la profusione di colonne che risultava necessariamente dal modo di costruzione del tetto, il quale si formava da grossi massi di pietra appoggiati tra colonna e colonna, perfettamente piani e senza inclinazione; e quindi, allorchè doveano coprirsi sale di molta ampiezza, ciò non poteva farsi se non situando una fila di colonne all'interno, per sostenere i massi orizzontali, sistema che nuoceva all'effetto ed ingombrava grandemente lo spazio.

I grandi tempî dell'Egitto non erano come quelli della Grecia e di Roma un edifizio compiuto, composto di un solo ordine, ma piuttosto un accozzamento di portici, cortili, vestiboli, gallerie e sale, uniti insieme in un recinto: ciascuna di queste parti era in generale indipendente dalle altre, ornata da colonne di una forma particolare, e le sue dimensioni non avevano alcuna relazione con quella del rimanente dell'edifizio. Il sacro recinto era, come si è detto, circondato da un muro, e piantato di palme ed arbusti fiorenti. Dalla porta di entrata al primo pilone era un viale lastricato, detto *dromo*, ornato da filari di sfingi o colossi; dal primo pilone si passava ad un secondo e talvolta ad un terzo; questi piloni erano delle torri piramidali massicce, accoppiate e riunite da una porta nel mezzo; questi erano i bastioni e le torri di guardia. Le porte d'ingresso erano decorate con molto lavoro; e nella grossezza de' muri della porta erano formate delle scalinate che conducevano al tetto piano della torre, salendo in linea retta da un pianerottolo all'altro, ciascuno de' quali era illuminato da piccole finestre o saettiere. Lo spazio fra i piloni formava vaste gallerie o sale; dopo di queste si trovava il *pronao*, e il santuario o *adito*; spesso l'adito era circondato da camere che servivan di dimora a coloro che avean la custodia del tempio e degli animali sacri. Nel postico eravi talvolta un'altra grande sala, che probabilmente serviva di sala di giustizia; e Diodoro Siculo ci fa sapere che gli scritti sacri èran tenuti in una camera del tempio. Le sale ed i vestiboli erano illuminati dall'alto, il tetto della parte centrale era elevato al disopra di quelle che possiamo dire ali laterali, e gli spazi fra i necessarî massi di sostegno eran lasciati aperti, o riempiuti da una graticola di pietra, producendo così un crepuscolo sollenne, che doveva riuscire al tempo stesso imponente e rinfrescante dopo il bagliore prodotto da un sole ardente e di una sabbia accecante. Nè qui devesi omettere di ricordare una singolarità di quelle costruzioni, che cioè, le camere interne del tempio diminuivan regolarmente di ampiezza, e così il pronao era più piccolo del vestibolo, e l'adito del pronao. I muri laterali gradatamente andavano avvicinandosi in dentro, il pavimento era formato a piccoli gradini, e l'abbassarsi del tetto era nascosto da' massicci architravi trasversali; così il santuario, al quale non si ammettevano che i sacerdoti, appariva a' devoti non piccolo ma distante. Questo sistema apparisce in modo molto notabile nel tempio di Ombu.

I fusti delle colonne erano o poligoni o circolari; non sembra che gli Egizî avessero proporzioni fisse. Le colonne eran sempre massicce, e quelle della grande sala di Karnac hanno 11 piedi di diametro; essendo gli edifizî molto coperti di sabbia, è difficile il riconoscerne la precisa altezza, ma le colonne più svelte, quelle di Luxor, probabilmente non oltrepassano 36 piedi. Le colonne poligone sono le più antiche; quelle di Beni-Hassan e Kalapshe possono essere di dubbia origine, sebbene i fusti dell'ultimo scavo abbiano un carattere egizio più determinato per la fascia di geroglifici che si estende dalla base al capitello di ciascuno di essi. La più antica forma puramente egizia rassomiglia ad un fascio di canne, legate insieme con corde; il capitello è formato dalla spezzatura delle canne, che risulterebbe naturalmente dalla pressione di un peso soprapposto; i fusti sono compressi alla base, come se le canne fossero più strettamente legate.

I capitelli non variano tanto per la forma quanto per l'ornato; essi sono generalmente in forma di vasi, o pre-

sentano una curva graziosa, imitata forse da' rami delle palme. Questi capitelli sono le prime tracce che troviamo del gusto imitativo, essendone gli ornati copiati esclusivamente da piante indigene, e rappresentando le delicate foglie ed i fiori del loto, la palma, la vigna o il papiro Altri capitelli sono sormontati da teste della dea Iside, che sostengono un piccolo adito, come a Dendarah ed a Filea(V. tav. XII).

I capitelli delle colonne in una sala o galleria, sebbene simmetrici nella forma, erano variati all' infinito negli ornati, come ne' tempî di Efdu, Esnè e Filea. Il profilo del cornicione è poco variato; in generale la corona è formata da un largo astragalo e da un guscio, come vedesi nel pilone di Tebe (tav. XI). Talvolta il fregio è ornato di sculture, talora è piano o tiene de' geroglifici incisi.

Le mura ed il soffitto de'tempî erano spesso interamente coperti di geroglifici e simboli sacri scolpiti a basso rilievo e riccamente colorati. Questo modo di decorazione era qualche volta applicato anche all' esterno dell'edifizio, essendo il pilone coperto di sculture, come a Luxor. L'adito è la parte ornata con maggior cura, ed ivi trovasi descritta la divinità tutelare del tempio, il nome del fondatore, ec. Gli Egizî faceano uso di rado di ornamenti che non avessero un significato: il globo alato, ripetuto così costantemente sulle porte e sul soffitto era il simbolo dell' eternità o dell' infinito; il triplici filari di canne sul guscio (talvolta somiglianti a triglifi) separavano le ovali contenenti i nomi de' re fondatori, o restauratori del tempio. Il fregio scolpito era formato sovente da file di aspidi sacri e di globi: così essi in ogni decorazione ricordavano al popolo pensieri di divozione e gli insegnavano la storia. In qualche caso, i fusti delle colonne erano soltanto coperti di bianco stucco, e con grande meraviglia troviamo essersi così adoperato anche sul granito di Siene.

Allorchè si faceva uso di pietra arenaria, era necessario di coprirla con una composizione levigata e non assorbente prima di dipingervi sopra. Nella pittura il rosso, l' azzurro ed il verde erano le combinazioni preferite; allorchè si usava il nero vi si contrapponeva sempre il giallo. Il rosso ed il giallo erano delle ocre, l'azzuno una preparazione di rame, il nero del nero di lampada; ed il bianco del gesso o della calce preparata fine; questi colori si mischiavano con l' acqua ed un poco di gomma per renderli più tenaci (2).

Gli Egizî erano molto esperti nella manifattura del cristallo e dello smalto; una camera in una delle piramidi di Saggarah è incrustata di lastre di porcellana azurra come le tegole olandesi. È inoltre evidente che essi avessero una profonda conoscenza dell' arte del fabbricare: il lavoro di pietre di taglio dell' interno della grande piramide di Gizeh non è stato mai sorpassato in alcun tempo. I fusti delle colonne erano talvolta ricavati da un solo masso; ma allorchè erano fatti di pietra arenaria, si formavano di filari varianti in numero secondo l' altezza della colonna; Pococke contò diciassette filari in una sola colonna. Varie specie di cementi erano anche usati dagli Egizî: la malta adoperata nel costruire la gran piramide si componeva di calce mista a sabbia. Alcune volte le pietre eran connesse senza cemento, ed in qualche caso dove esse si sono parzialmente separate si scorgono de' cavicchi di legno.

È singolare che in una contrada dove cade tanta poca pioggia gli architetti si occupassero con tanta attenzione a disporre le pietre che formavano il tetto, che oltre al cementarle con cura, ne coprivano le commessure con un pezzo di pietra, incastrato in una scanalatura di circa otto pollici di larghezza, che si estendeva egualmente da' due lati della unione.

Io ho già fatto menzione della scoperta dell'arco nella piramide di mattoni presso Tebe, ma la maniera di volta più comune in Egitto era formata da filari di pietra sporgenti l' uno sull' altro, e coperti alla cima da una pietra orizzontale; gli scalini rovesci che risultavano erano poscia scavati da sotto. In uno o due casi le grandi pietre formanti il tetto erano poggiate in taglio sulle colonne di sostegno, invece di esserlo di piatto, e ciò per ottenere una sufficiente spessezza per poterle scavare da sotto e formare un soffitto a volta.

Sembra esservi dubbio se la Sfinge sia di origine egiziana od assira, poichè nell' una e nell' altra contrada occupava l' istesso posto, all'ingresso de' palazzi o de'tempî, ed in ambe le contrade avea lo stesso significato, essendo il tipo della più perfetta unione della forza fisica e della forza intellettuale. Nell' Egitto era usata come simbolo regio o del potere governante. La sfinge egizia era di tre specie: l' Androsfinge, cioè quella a testa umana, la Criosfinge o a testa di ariete, e la Hieracosfinge o a testa di falco: tutte erano rappresentate col corpo di un leone, e talvolta tra le zampe era situata una piccola figura del re. La grande sfinge presso Memfi fu ricavata dalla solida roccia nel regno di Thothmosis IV, circa il 1 300 av. G. C.; secondo Plinio essa era alta 63 piedi dal suolo alla parte superiore della testa, lunga 143 piedi, e la testa aveva 102 piedi di circonferenza intorno alla fronte. Un adito con un altare pei sacrifizî era situato sotto il mento, così che gli adoratori salivano per la strada formata dalle sue zampe gigantesche, ed il fumo dell' incenso ascendeva alle narici del mostro.

Nella scultura come nell' architettura, gli Egizi erano limitati alle stesse forme originarie dalle regole religiose, e quindi è difficile di giudicare se, senza questa limita-

(2) Le belle colonne di Karnac, che anche ora mostrano quasi la loro pristina bellezza, erano dipinte con colori ad acqua.

zione essi sarebbero stati capaci di delineare correttamente la figura umana. Noi sappiamo che essi potevano rendere l'idea di azione, da' gruppi animati nelle pitture delle tombe. Non pertanto le statue egizie presentano un effetto di grandiosa calma ed un sereno e benevolo aspetto, che non possono non ispirare un sentimento di venerazione, al vederle sedute colle mani poggiate sulle ginocchia, guardando tranquillamente nello spazio e sorridendo ai secoli che son loro passati dinanzi; ovvero in piedi colle braccia conserte al petto e portanti il flagello, come inflessibili giudici delle umane azioni.

Tebe conteneva due grandi palagi tempî, El Karnac e Luxor, i palazzi di Medinet-Abu ed il Memnonio e Rameseo, oltre di altri grandi edifizî, come il tempio di Dayr-el-Bahri, costrutto dalla Regina Nitocris, e quello chiamato la tomba di Osimandia, dove sono gli Osiridi impropriamente detti cariatidi: giova osservare che questi Osiridi non sostengono il cornicione, ma sono unicamente attaccati a' pilastri di sostegno (v. tav. XII).

Il più antico edifizio è il palazzo tempio di Karnac, il quale fu opera di molti re successivi, ed ora è la più grande, e forse la più spendida ruina del mondo. Il muro del sacro recinto sembra aver racchiuso un' intera città piuttosto che un solo edifizio. Questa stupenda struttura fu fondata da Osirtesen I, prima del 1600 av. G. C., e fu accresciuta dalla regina Nitocris, la quale pose i due grandi obelischi nel cortile, ciascuno di 92 piedi di altezza. Thothmosis II vi fece molte aggiunzioni, che furono continuate da suo figlio, Amunothph III (1321 av. G. C.) sotto il cui regno le arti della pittura e della scultura fecero rapidi progressi; sebbene nella sala delle colonne da lui costrutta a Karnac, con cornici e capitelli rovesciati, si trovino maggiori indizî di capriccio che di buon gusto. Questo palazzo tempio fu esteso e decorato da quasi ciascuno de' monarchi posteriori. Per dare un'idea delle proporzioni gigantesche di questo edifizio, basterà dire che la gran sala delle assemblee è lunga 329 piedi, larga 171 ed alta 83, e contiene 134 colonne; l'architrave è formato di un sol masso di arenaria di 40 piedi e 10 pollici di lunghezza e 5 piedi e 2 pollici di larghezza e grossezza. Le mura di questa enorme struttura sono grosse 25 piedi.

Il prossimo palazzo tempio di Luxor (tav. XI) fu cominciato da Amunothph IV, circa il 1390 av. G. C., e terminato da Ramsete il Grande, circa 100 anni dopo. Due belli obelischi di granito rosso, portano il suo nome, e mostrano co' loro geroglifici, intagliati per due pollici di profondità, la meravigliosa abilità che aveano gli Egiziani nello scolpire questo duro materiale. Questo tempio è soltanto inferiore in grandezza a quello di Karnac: la lunghezza della colonnata che mena al cortile è di 170 piedi; segue indi un' area di 155 piedi per 167, circondata da un peristilio contenente dodici colonne da ciascun lato, il quale termina in un portico, di 57 piedi per 111, sostenuto da 32 colonne. Un dromo (lungo non meno di un miglio) di 600 criosfingi, innalzato per mezzo di un argine molto al di sopra del livello del Nilo, univa i palazzi di Karnac e Luxor e formava la strada principale nel distretto orientale di Tebe. Un altro gran dromo, detto in alcuni papiri trovati a Tebe *strada reale*, attraversava la città in una direzione occidentale, comunicando con l'opposta sponda del Nilo per mezzo di una chiatta. Il suolo del deserto era lastricato di arenaria, come fondazione al dromo.

Il palazzo detto talvolta Memnonio, ma più propriamente Rameseo, fu fondato da Ramsete il Grande; questo edifizio come il palazzo di Medinet-Abu (costrutto da Ramsete III, nel 1100 av. G. C.) non sembrano aver servito di tempio, ma probabilmente riunivano insieme la residenza reale e la cittadella. La celebre coppia, detta le statue di Memnone, ciascuna delle quali è alta seduta 60 piedi, guardava l'ingresso del dromo del Rameseo, e il resto del viale era formato di numerose coppie di colossi quasi della stessa grandezza, i cui frammenti però ora coprono il suolo.

La città di Memfi ha cessato di esistere. Il tempio di Phtar, residenza del sacro Api, e tutti gli altri grandi edifizî de' quali era ornata, sono stati interamente sepolti o distrutti. Diodoro Siculo ci fa noto che co' suoi sobborghi Memfi avea un circuito di più di 16 miglia, ma ora non presenta all' occhio del viaggiatore che una pianura di sabbia, un colosso rovesciato di Ramsete II, pochi frammenti di granito ed alcune fondazioni. Quanto in basso è caduta tanta potenza!

Fra i numerosi tempî eretti in Egitto, nessuno è più interessante di quelli che abbelliscono l' isola sacra di Filea. Quest'isola si erge maestosa, co' suoi monumenti, nel mezzo del Nilo, al disopra della prima cateratta, e si credeva contenesse la tomba di Osiride. Il più solenne giuramento degli Egizi, era « per quello che giace in Filea ». L'isola, che è interamente circondata da un muro limitante il sacro recinto, doveva essere altrettanto incantevole per la bellezza del sito, quanto imponente per la magnificenza de' tempî de' quali era coperta. Si veggono ancora numerosi piloni, portici, colonne ed obelischi, ed il tempio ipetro, ossia letto di Pharoah (come è talvolta chiamato) è poco alterato dal tempo. Eleganti e svelte colonne con capitelli scolpiti in varie forme, sostengono il cornicione; due opposte porte, con larghi stipiti in forma di pilastri, servono all' entrata ed all'uscita; ed i lati dell' edifizio invece di essere interamente chiusi, tengono gl' intercolunnî uniti da bassi muri per circa la metà dell' altezza delle colonne: questi muri terminano con la solita modanatura di un guscio ed un astragalo. Tutti gli edifizî dell' isola sono coperti di sculture e pitture fino ne' fusti delle colonne.

I tempî Tolomaici di Edfu e Esnè son degni di nota per la squisita bellezza e finito delle sculture e de' lavori

di pietra. Il primo era anche molto valido come fortificazione: il suo svelto portico (come quello di Dendarah) è più alto che il corpo del tempio, e la piccola porta del pilone è la sola apertura nelle sue massicce mura. La città di Apollinopoli, dove questa splendida struttura era eretta, era posta sopra un'eminenza che dominava il fiume e la vallata; il gran pilone era senza dubbio destinato a comandare il tutto.

Molti de' tempî minori, e quelli prossimi ad altri tempî fortificati, erano senza piloni, ed avevano il principale ingresso attraverso il portico; molti hanno un peristilio, come quelli di Elefantina, di Ermopoli ed altri.

De' tempî in parte edificati ed in parte scavati, come quelli di Dayr-el-Bahri, basta il dire che l'adito era tagliato nella roccia, mentre il vestibolo ed il pilone erano in fabbrica.

Ora passiamo a meravigliosi tempî monoliti e scavati. Vi sono de' tempî monoliti a Buta ed a Saide. L'adito o santuario di Saide, fu destinato da Amasi ad ornare il suo gran tempio in quella città. Si dice che esso fosse un cubo di 60 piedi di lato, tagliato in un sol masso di granito. Furono necessarî 2 000 uomini per tre anni per trasportarlo dalle cave di Esuan, dalla distanza di 700 miglia. Esso è posto di fronte al tempio. Narra la tradizione che mentre erano per trasportarlo alla sua destinazione nell'interno del tempio, l'ingegnere cacciò un profondo sospiro, ed il re fu tanto colpito dall'idea di stanchezza, che egli ordinò di cessare dal lavoro: così il santuario rimane ancora oggi dove fu lasciato.

Si è supposto che i tempî e le tombe tagliate dallo scoglio fossero i primi tentativi fatti dall'architetto; ma questo sembra un errore per quanto ha rapporto all'Egitto od all'India. Questi scavi ci forniscono una chiara pruova di essere posteriori alle opere in fabbrica, nell'architrave che poggia sulle colonne, copiato dalle travi che sostengono il soffitto: questa parte li distingue perfettamente dalle grotte, nè vi è uopo di maggiore evidenza, poichè l'imitazione deve esser posteriore alla cosa imitata.

Il tempio di Abu-Simbel nella Nubia, sulla sponda occidentale del Nilo, che appartiene con molte altre opere stupende al regno di Ramsete il Grande, fu scoperto da Burkardt nel 1813, e meglio esplorato in seguito da Belzoni. Esso è scavato insieme a' suoi colossi nel duro scoglio. Le quattro figure colossali sul fronte, una sola delle quali è stata interamente nettata dalla sabbia, rappresentano il gran fondatore Ramsete; ciascuna di esse ha 70 piedi di altezza e 25 piedi e 4 pollici di larghezza alle spalle. La faccia è lunga 7 piedi e le orecchie 3 piedi e 6 pollici. Sul fronte de' troni sono incise delle figure muliebri, che si suppone rappresentassero la sua moglie ed i figli. Durante l'esecuzione di questi colossi, allorchè si trovavano difetti nella pietra venivano ripianati con fango e paglia modellati alla debita forma. L'adito termina a 200 piedi dall'ingresso ed ivi sono altre quattro figure colossali sedute l'una accanto all'altra nella mezza luce.

Un altro piccolo tempio scavato esiste nelle vicinanze immediate, dedicato alla Dea Athor. Lo spazio mi manca per dilungarmi nella descrizione di questo tempio, di quello di Garf-Hoseyn e di altre meravigliose escavazioni delle quali abbonda l'Egitto.

L'importanza che gli Egiziani attaccavano alla conservazione de' cadaveri dopo la morte, li indusse probabilmente a cercare un sito di sepoltura nelle prossime rocce, dove potevano trovare riparo contro l'umidità e gli altri influssi distruttivi. Siccome questi sepolcri crescevano in numero, ed anno per anno la popolazione de' morti superava quelli dei vivi, gli abitanti delle città poste al basso eran condotti a pensare alla brevità della esistenza mortale ed a prepararsi una perpetuo asilo nel stabile scoglio pel tempo in cui sarebbero chiamati a lasciare la loro temporanea dimora nella valle del Nilo. I sacerdoti egizî aveano cura di fare scavare queste tombe, le quali erano poscia vendute a coloro che non aveano avuto i mezzi di prepararsene molto tempo prima, come era costume dei ricchi; la tendenza naturale del popolo, secondata in tutti i modi, era di prepararsi una tomba la più decorata e dispendiosa che fosse possibile.

Dovunque sorgeva una città egizia, troviamo una necropoli nelle prossime montagne della Libia o dell'Arabia. Le tombe si componevano di vestiboli, sale, gallerie e camere, che differivano in numero ed estensione secondo la ricchezza di quelli che le occupavano, il cui nome, rango e modo di vita era descritto sulle mura; esse aveano tutte delle porte quadrate, talvolta semplici, talvolta riccamente ornate. Spesso l'ingresso ne era chiuso con solida fabbrica, ma in alcune la camera esterna serviva come santuario privato; molte aveano innanzi dei giardini de' cui fiori avea cura la mano di qualche fedele amico del defunto.

Fra tre e quattro miglia dal fiume, nella immediata vicinanza di Tebe, è un sentiero tortuoso, formato da una spaccatura naturale dello scoglio, che conduce alla celebre valle di Biban-el-Moluk, la Valle delle Tombe, dove erano sepolti i grandi re tebani. Molte di queste tombe non sono state peranco esplorate, ma quelle che sono state aperte son sufficienti per attestare il meraviglioso lavoro, la grande abilità e l'immensa spesa occorsa per la loro costruzione e pel loro ornamento.

Un'altra tomba riccamente decorata è quella di Oimenептha, aperta da Belzoni: in una piccola camera dopo la terza e la più grande sala, fu scoperto il sarcofago di alabastro che ora è nel museo di sir J. Soane.

Nel regno di Osirtesen I (circa il 1650 av. G. C.) furono scavate le belle grotte di Beni-Hassan, presso Antinoopoli, le cui colonne poligone si suppone sieno state

il modello dell' ordine dorico; queste colonne hanno 3 piedi e 4 pollici di diametro, 18 piedi 8 pollici di altezza ed hanno 16 facce, ciascuna di circa 6 pollici di larghezza, le quali sono leggermente incavate, per la profondità di circa 1/2 pollice, somministrando così l' idea delle scanalature: un semplice abaco ne forma il capitello. Due colonne che sostengono un cornicione sporgente dallo scoglio, dal quale è stato ricavato, ne compie la facciata. Sull' architrave sono scolpiti una specie di dentelli: la cornice è troppo rotta per potersi decidere se avesse un carattere dorico od egizio. Una porta ben proporzionata forma l' ingresso, i cui stipiti e l' architrave sono coperti di geroglifici intagliati. Sull' architrave si sono discifrate queste parole « Una buona casa, cibo e bevande, pane, oche, bestiame, profumi, come offerte al generale Nahride Nevothph, figlio di Dgiok ». La camera principale della tomba è di forma quadrata di circa 30 piedi di lato. Due architravi longitudinali ciascuno sostenuto da due colonne simili a quelle dell' esterno, dividono il soffitto in tre parti, e ciascuna divisione è coperta a volta ed ornata di stelle sopra un fondo azurro; il basamento e gli architravi sono coperti di geroglifici colorati in rosso sopra un fondo verde, e le mura sono fregiate di pitture che rappresentano le abitudini giornaliere della vita degli Egiziani, e si crede di Nahride Nevothph in particolare. La fantasia dell'artista aveva maggior campo libero nelle tombe che ne' tempî; e spesso troviamo dei modelli di ornati molto simili a quelli usati oggigiorno. Vi sono molte grotte a Beni-Hassan, in una delle quali sono delle colonne a forma di canne: un' altra tiene delle colonne poligone a facce piane.

Sebbene gli Egizî spendessero tanto denaro e fatica a preparare le loro tombe, non trascuravano però di provvedere al comodo ed al lusso delle loro case. Dagli interessanti e minuziosi disegni che ci han lasciati, abbiamo acquistata una più precisa idea delle case e del sistema di vita degli Egizî che di quello di ogni altra nazione antica. Diodoro Siculo ci dice che gli Egizî in origine costruivano le loro case di canne. Ciò ebbe luogo probabilmente, ma siccome i mattoni furono inventati molto di buon' ora, le case di canne dovettero ben presto essere abbandonate alle classi inferiori. Forse per questa ragione non se ne veggono rappresentate sulle tombe, sulle quali son disegnate quelle di mattoni crudi coperte di stucco, come se ne trovano nelle rovine dell' Alabastron ed altrove.

Una delle case dipinte sopra una tomba tebana rappresenta un recinto quadrato, nel quale si entra da porte negli opposti lati; la porta a sinistra conduce in un giardino dove è un pergolato di viti e quattro alberi. Al di là del giardino è un cortile dove si veggono molte file di vasi con pane, carne ec., posti all' aria. A destra di questo cortile è una galleria o passaggio con una larga finestra: segue quindi la casa con la porta d' ingresso a destra. Questa casa si compone di due piani; vi si veggono due finestre rettangolari con leggieri ed eleganti stipiti ed architrave, variamente ornati e dipinti; le chiusure delle finestre sono traforate per ammetter l' aria e moderare la luce. Al disopra del secondo piano è un terrazzo, con un tetto sostenuto da colonne. Una cornice scorre lungo il lato della casa fino alla porta d' ingresso, sostenuta a ciascun estremo da un pilastro in forma di un gambo di papiro, con un abaco quadrato.

Un' altra casa è rappresentata nel mezzo di un bel giardino di delizia; a fianco di uno de' muri scorre il fiume ombreggiato da un filare di alti alberi; un viale conduce da questa passeggiata alla porta d' ingresso, ed un altro viale mena dal primo ad una porta più piccola che dà sotto il pergolato. Il giardino è suddiviso per mezzo di viali, alcuno de' quali conducono a cisterne di acqua circondate da zolle verdeggianti con vasi che contengono piante; nelle cisterne cresce il loto e nuotano uccelli acquatici. Vi sono anche due piccoli padiglioni o casini, circondati da una balaustrata. All' estremo del giardino dietro il pergolato è situata la casa alla quale si entra per due porte; due finestre ornate con eleganza danno luce al pian terreno; al disopra sono tre piani, l' ultimo de' quali termina con una cornice sulla quale sono situati tre vasi contenenti piante di papiro. Le colonne della porta d' ingresso nelle occasioni festive erano ornate di nastri e bandiere. Il nome del proprietario della casa era dipinto sull' architrave o sugli stipiti della porta.

Le camere erano d' ordinario disposte intorno ad un cortile aperto, o ne' due lati di un lungo passaggio; nel cortile era in generale una *mandara* o stanza per ricevere le visite. Il pian terreno era principalmente usato per tenervi provviste. Le mura delle camere erano coperte di stucco all' interno ed all' esterno, e variamente ornate con emblemi dipinti. Le porte erano spesso colorate in modo da imitare legname prezioso; ed erano talvolte ad una, tal' altra a due imposte, giranti sopra perni di metallo ed assicurate da dentro con una sbarra o chiavistello di bronzo. I pavimenti delle stanze erano di pietra o composti; i tetti eran formati di travicelli dell' albero di dattero messi l' uno accanto all'altro, o a distanza, allorchè vi erano de' filari trasversali di rami di palma o di tavole. In qualche caso il soffitto era di mattoni crudi ed a volta. Talora, in vece di un terrazzo coperto, la casa era sormontata da un *mulquf* o conduttore del vento come se ne veggono oggi nel Cairo. Alcune volte una parte della casa si elevava al di sopra del tetto, come una torre, ed era ornata di merli in forma di mezzi scudi. Ciascuna casa aveva il suo granaio, che ne era qualche volta separato per mezzo di un viale di alberi. Possiamo giudicare quanto fossero pregiati gli alberi in quella contrada per la grande cura che se ne aveva: cia-

un albero era circondato da un basso muro, per difenderlo dalle bestie bucato pel passaggio dell' aria.

Sembra che le strade della città fossero regolarmente isposte, senza quel mescuglio di grandi case e di capanne tanto comune ne' paesi orientali. Come avviene in generale ne' climi caldi, le strade erano strette e solo le principali davano passaggio ad un carro. Le case delle classi inferiori erano unite insieme in modo da formare i lati continui delle strade; alcune di queste piccole case si componevano solo di un cortile e tre o quattro stanze a provviste nel pian terreno, con una sola camera superiore cui conduceva una tesa di scalini dal cortile. La camera superiore era così piccola ed incomoda che poteva essere usata solo come un ricovero contro il calore del sole, o un sito donde il padrone potesse invigilare le facende domestiche; come osserva sir Gardiner Wilkinson essa rammenta il proverbio. « Meglio è stare in un canto della soffitta che con una donna garrula in una larga casa ». Le botteghe erano o camere aperte simili a quelle di un *bazar* orientale, o semplici barracche nei siti di pubblico passaggio. Gli Egiziani possedevano anche estese ville con orti, vigneti e parchi di delizia. Alcune delle più grandi dimore campestri avevano piloni ed obeischi all' ingresso come piccoli tempî.

Nel guardare le vaste costruzioni elevate dagli antichi Egizî, non possiamo spiegarci come un popolo relativamente ignorante delle arti meccaniche abbia potuto compiere opere così gigantesche. Sebbene sia probabile che essi avessero de' ritrovati ignoti a noi, o creduti di più moderna invenzione, pure, da quanto possiamo rilevare dalla loro storia scritta o da' loro ricordi scolpiti, sembra che essi si aiutassero più col lavoro manuale e col tempo, che con quelle arti, dalle quali sono tante agevolate le intraprese de' moderni. È notabile che mentre gli Egizî ci han lasciato tanti minuti particolari riguardanti i loro costumi, le loro arti e le manifatture, le notizie riguardanti l' arte dell' ingegnere sono estremamente rare: ciò probabilmente dipende dall' esser quell' arte rimasta nell' esclusivo dominio de' sacerdoti e conservata come un mistero. In un basso rilievo si vede un colosso seduto prossimo ad esser trasportato; delle corde sono legate in tutti i punti della figura, le quali sono riunite in un sol nodo per rendere eguale lo sforzo nel tirare; molti uomini lo tirano con varî capi, e l' ingegnere sta sulle ginocchia della figura dirigendo i loro movimenti. In un altro basso rilievo vediamo de' bovi adoperati a trasportare una pietra.

Ci vien narrato che nella costruzione delle piramidi, per portare le pietre da' battelli sul Nilo, fu formato un argine lungo 1000 yardi ed alto 50 piedi, e questo era probabilmente rialzato man mano che si aggiungeva un filare di pietre, di modo che ciascuna pietra era tirata al suo posto per sopra a questo piano inclinato. Se una grossa pietra doveva porsi alla sommità di un muro essa vi era tratta sopra un piano inclinato di sabbia. Abbiamo il ragguaglio di un obelisco alto 50 cubiti che era stato fatto sotto il regno del re Nectanebo, e che Tolomeo Filadelfo desiderava ergere in Alessandria in onore di sua sorella. Per tale oggetto si dice che l' architetto Satirio fece scavare un canale nel sito dove esso giaceva sul suolo, e vi fece porre sotto due grandi chiatte pesantemente cariche, le quali essendo scaricate si elevavano a galla ed alzavano dal suolo l' obelisco. Disgraziatamente non conosciamo come si procedesse per ergerlo nel sito destinato.

Nelle cave delle pietre si faceva uso di cunei, o di metallo che si battevano con un maglio, o di legno secco che poscia bagnato fendeva la pietra. Non abbiamo ragione di credere che non si impiegassero operai liberi, ma conosciamo che i condannati ed i prigionieri di guerra erano mandati a lavorare alle miniere di oro, ed è probabile che i colpevoli di delitti abbiano anche espiata la pena nelle cave. Esiste questa iscrizione nelle cave di Gertessy in Nubia. « Io ho ora cavate 110 pietre per l' edifizio di Iside in Filea » la quale sembra indicare una pena espiata.

Gli Egizî dovevano esser molto versati nella misura dei terreni, nella livellazione e ne' varî rami della geometria, non che in molte operazioni che richiedevano la conoscenza delle matematiche. Le loro opere ci dimostrano che essi furono di buon' ora abili nel lavorare i metalli e pulire le pietre; l' arte d' indorare era conosciuta nel regno di Osirtesen I (1650 av. G. C.). Non abbiamo ricordi della scoperta dell' arte di fabbricar l' acciaro; e per la sollecita decomposizione dal ferro e dell' acciaro, non è da sperarsi di rinvenire molti strumenti (b), ma esaminando le profonde e nette incisioni de' geroglifici egizî, ci convinciamo che non potevano esservi stati adoperati strumenti di minor durezza. Queste incisioni erano forse pulite ancora con lo smeriglio che trovavasi a loro portata nelle isole dell' arcipelago.

(b) Leggesi in un altro fascicolo del *Civil Engineer*. « Il sig. Roberto Allan Ingegnere di una compagnia cui il Pascià d' Egitto ha conceduto il dritto di scavare la ricca miniera di smeraldo del Monte Labarrah, situata in una delle piccole isole del Mar Rosso, ha fatto una notabile scoperta in questa miniera. Egli ha trovato, ad una gran profondità, una galleria la cui forma sembra molto antica; in questa erano molti istrumenti egizî, ad anche una pietra con iscrizione geroglifica in parte cancellata; abbastanza rimane però per indicar che si cominciò a lavorare in quella miniera sotto il regno di Ramsete Sesostri, che visse circa seicento anni prima della nostra era, e che fu celebre come conquistatore, come legislatore e per aver introdotte in Egitto tutte le arti pacifiche. Il sig. Allan pensa, dalla forma degli istrumenti ec., che gli Egizî avevano una gran conoscenza del lavoro delle miniere.

Noi abbiamo abbondanti pruove che gli Egizî erano tanto abili come ingegneri che come architetti. Le dighe che regolavano gli arbitrarî traboccamenti del Nilo, servivano anche come strade elevate ed erano il solo mezzo di comunicazione per terra durante l'inondazione: esse seguivano una linea tortuosa, andando ad incontrare le varie città ed i villaggi che erano sul loro cammino. Un canale fu scavato dal Nilo al Golfo di Suez a' tempi di Ramsete il Grande; alla imboccatura di questo canale erano delle cateratte per regolare l'immissione dell'acqua. Fin regno di Thothmosis III, tra il 1300 ed il 1400 av. G. C., era stato formato il lago Meris, che regolava le inondazioni del Nilo in quella parte di paese, e per mezzo di esso migliaia di acri di terreno erano irrigati e messi a coltura.

Debbo conchiudere questo cenno dell' Architettura degli Egizî, mancandomi lo spazio per una materia sulla quale si potrebbero scrivere de'volumi. Sarò soddisfatto se son riuscito a mostrare il posto elevato che gli Egizî occupavano fra le antiche nazioni, ed a quel grado fosse portata la civiltà in que'remoti tempi; rimanderò lo studioso per una più precisa informazione intorno ad un popolo così interessante alle opere pregevoli di sir Gardiner Wilkinson, del professor Rosellini, de' sig. Denon, Champollion e di altri.

Autorità.

Wilkinson. — Manners and Customs of the ancient Egyptians.

Id. — Thebes.

Rosellini. — Monumenti d'Egitto.

Canina. — Architettura Antica.

Laborde. — Illustrations.

Roberts's Egypt.

Quatremère de Quincy. — Encyclopédie Méthodique.

Miss Martineau's Egypt and the Holy Land.

IL NUOVO MOLO DI FIUME ED IL CEMENTO DI SANTORINO

(Allgemeine Bauzeitung. (a))

La fama delle eccellenti qualità della terra di Santorino come cemento idraulico si spande ogni giorno di più, ed in fatti essa presenta risultamenti straordinarî, e la sua generale diffusione è desiderabile tanto più che la sua applicazione non richiede quelle attente e minute cure che sono necessarie per tutte le altre terre vulcaniche adoperate alla composizione de' cementi.

La città di Fiume, il cui commercio ha preso negli ultimi anni in un rapido sviluppo, sentiva già da molto tempo il bisogno di un sicuro porto, per effettuare con comodo e poca spesa il carico e lo scarico delle merci, che finora avea luogo solo in alto mare, per mezzo di battelli con incomodo e dispendio, e per assicurare i legni delle tempeste, che in quella rada spesso le spingevano sulla spiaggia.

La gran profondità del mare, di 70 piedi, e l'impossibilità di costruire con discreta spesa una diga permanente di difesa contro quelle tempeste, ne fece posporre l'esecuzione, poichè co' metodi ordinarî di costruzione sarebbe occorsa una spesa di 4 a 5 milioni di fiorini. Per le cure del sig. Von Körber, allora capitano degli i. r. ingegneri ed ora colonnello, si ebbe circa 10 anni fa conoscenza di un nuovo materiale, cioè della terra vulcanica dell'isola greca di Santorino (b), la quale mista alla calce dà un mezzo insuperabile per costruire in mare in pochi giorni grandi massi di muramento, senza i soliti apparecchi di ture e casse affondate, le quali soli producono una straordinaria spesa.

(a) *Giornale Universale di Costruzione*, pubblicato dal Prof. Förster i. r. Architetto, membro della Accademia delle belle arti di Venezia, della Accademia di Pietroburgo, socio corrispondente della società degli architetti britannici ec. Vienna 1851.

(b) L'antica *Fhera* la più popolosa e la più ricca isola dell' Arcipelago greco al Nord di Candia ed al Sud delle Cicladi, di suolo vulcanico.

L'uso della malta di Santorino non richiede che semplici forme composte di pareti di tavole senza fondo, della lunghezza, larghezza ed altezza della massa da costruire. Tutta la malta necessaria si può preparare anticipatamente, e poscia, situata al luogo opportuno la forma di tavole, si riempie questa semplicemente a parti eguali di malta asciutta e pietre di varia grandezza e si batte la massa per assodarla; questo muramento così costrutto e racchiuso tra le pareti di tavole diviene dopo pochi giorni più duro e compatto di quelli che finora si eseguivano con l'aiuto delle ture o de' cassoni.

Con questo mezzo non solo si possono costruire sotto acqua tali massi di muri, o più artisticamente parlando di scogli, delle dimensioni che si vogliono, e che in pochi giorni s' induriscono tanto da poter rimanere esposti senza alcuna difesa al mare, e di tale grandezza e peso da non essere smossi e rovesciati dall' urto possente dei flutti, ma, trovandosi dapprima tutta la massa in uno stato fluido e mobile, essa può seguire senza rompersi il cedimento del suolo, man mano che cresce l' altezza ed il peso del muro, e così presentare sotto tutti i rapporti sufficiente equilibrio. Su tale sistema è poggiata la costruzione del molo di Fiume cominciata nel 1847 sul progetto dello stesso sig. von Körber.

Essendosi trovato impossibile ed al tempo stesso inutile di preparare per la costruzione del muro il fondo naturale, posto a 70 piedi sotto il livello del mare e coperto da un alto strato di melma, si andò man mano coprendo questo fondo di un getto in forma di diga di piccole pietre delle montagne di Karst (c), fino a 20 piedi sotto il livello delle maree, al quale getto si diede in cima la larghezza di 8 tese, facendolo per quanto era possibile spianato ed agguagliato.

La cima di questa diga sottomarina, tav. IX, fig. 8, per la sua profondità di 20 piedi sotto le alte acque, si trova fuori della zona mobile del mare e così la diga stessa trovasi per intero al coperto da' danni di ogni specie, per quanto il mare possa divenir tempestoso, essendo un fatto riconosciuto che le pietre di meno di un piede cubico poste anche alla profondità di 15 piedi non vengono mai smosse. Non si ha però eguale sicurezza quanto al cedimento di questa fondazione, poichè, per lo strato profondo di melma, pel ripido pendio esterno del fondo e più ancora per la irregolarità di un getto di piccole pietre all' altezza di 50 piedi, essa trovasi esposta ad assettamenti considerabili; e dovendo immediatamente dopo il getto esser caricata dal peso della costruzione superiore, è evidente che anche questa andrà soggetta ed assettarsi irregolarmente, e ciò tanto maggiormente dacchè essa subisce anche l' effetto dell'urto dei flutti. Epperò la particolarità importantissima di questa costruzione consiste appunto nel rendere innocui tali assettamenti, come mostreremo descrivendo l' andamento de' lavori per questo anno 1851.

La parte superiore A della diga, che si trova nella zona mobile del mare, non vien costrutta in un modo continuo, ma si compone dapprima di grandi e robusti piloni isolati, che si costruiscono con la malta di Santorino e per tutta la larghezza della diga, l' uno indipendentemente dall' altro, lasciando fra essi gl' intervalli E di 3 tese, e che son lasciati esposti per un anno alle tempeste del mare.

Ciascuno di questi grossi piloni B ha la lunghezza di 32 piedi, la larghezza di 24 e l' altezza di 23 a 24, e quindi presenta all' urto del mare una massa di 84 tese (d) cubiche, col peso di più di 900 tonnellate. Dopo che essi sono bene induriti ed hanno preso la loro posizione di equilibrio sul suolo della gettata che si è bene assettato, si riempiono gli intervalli di 3 tese C e si forma un corpo continuato A, largo abbastanza per sostenere la parte del molo sporgente fuori acqua D, che si compie con un robusto parapetto e con le colonne e gli anelli per legare i legni.

Mentre si lavorava al principio di giugno del passato anno al compimento della diga submarina F, si preparava dal 10 a tutto il 13 dello stesso mese la quantità di 9204 piedi cubici di malta di Santorino necessaria alla costruzione di uno degli accennati piloni, il 12 si varava la forma dal cantiere, come si vara un legno, ed il 13 si rimorchiava al sito della costruzione.

Queste forme han la figura di una piramide tronca con le scarpe di $^1/_{10}$ dell' altezza, e si compongono di 4 pareti di tavole ritenute fra loro da 4 pezzi disposti a croce l' uno al disopra dell' altro nell' interno, per contenere la spinta del materiale mobile, e che possono agevolmente togliersi dopo l'indurimento per servirsene di nuovo.

Le forme stesse sono di grandezza corrispondente al volume de'piloni, e non avendo fondo s'immergono dapprima pel peso del legname, per l'altezza di circa 11 piedi, di modo che debbono farsi affondare artificialmente per altri 9 piedi per fissarle stabilmente sulla gettata di fondazione. Epperò nel mezzo della grande forma si racchiude con tavole uno spazio che tiene un fondo anche di tavole, nel quale si gettano delle pietre perdute sinchè la forma discenda fino ad un piede di distanza dalla cima

(c) Alte montagne dell'Illiria, ramo sudovest delle Alpi Giulie.

(d) Vedi per queste misure pag. 151, nota (a)

della diga sommersa. Ivi rimane mobile abbastanza per poterla portare nel mezzo di questa diga alla distanza di quasi 9 piedi dagli orli della medesima, secondo la linea stabilita, dopo di che si gettano le altre poche pietre necessarie a compierne l'affondamento.

Una forma di questo genere fu compiuta il 13 di giugno ed unita con ponti mobili alla parte terminata del molo, ed il 14 si era già cominciato il riempimento, che era interamente compiuto il diciassette, cioè nello spazio di 4 giorni.

Le operazioni necessarie alla costruzione de' piloni non consistono in altro, che nello sciogliere per mezzo di pale e zappe la malta dei mucchi preparati ne' magazzini, riducendola alla consistenza di una solida argilla, gettarla in pezzi nelle barelle e ne' carretti, che vengon riempiuti per metà di malta e per metà delle pietre, anche preparate, e vuotare il tutto nella forma aperta e piena di acqua. Centinaia di manovali percorrevano rapidamente, ed interrompendo il lavoro solo la notte, lo spazio da' mucchi di malta e di pietre alla forma, nella quale versavano il contenuto delle loro barelle e carretti fino a riempirla, dopo di che la massa veniva fortemente battuta con pistoni da terra, operazione che fu terminata a' 17 giugno. Nella sola parte superiore, al disopra della marea, fu adoperato lo smalto preparato a terra secondo i metodi ordinarî e composto di un mescuglio di malta e di piccole pietre; questa parte fu compiuta il 20 con 450 piedi cubici di smalto.

Per tutti questi lavori, compresa la preparazione della malta, ed il getto di questa e delle pietre da 49 ½ tese cubiche fino all'intero compimento del masso del volume di 82 tese cubiche si spesero 1201 giornate di manovali.

Da' 20 a' 23 di giugno fu nello stesso modo preparata la malta per un secondo pilone alla distanza di 3 tese dal primo, se ne situò la forma il 23, e dal 24 al 27 se ne riempì tutto il volume di 84 tese cubiche, impiegandosi 9156 piedi cubici di malta solida, 423 piedi cubici di smalto, 50 tese cubiche di pietrame e 1265 giornate di manovali.

La costruzione non compiuta della diga submarina ritardò per altro quella del terzo pilone, il quale non potè quindi esser cominciato che il 4 agosto, con la fabbricazione della malta. Per questa occorsero altri 4 giorni ed il compiuto colmamento della forma, situata il giorno 7, fu eseguito dall'8 al 12 agosto, con un volume di 85 ¾ tese cubiche, delle quali 8928 piedi cubici di malta, 549 piedi cubici di smalto e 48 ½ tese cubiche di pietrame; e per la cresciuta distanza del lavoro si adoperarono 1379 giornate di manovali.

Le pareti della forma del primo pilone furono tolte il 17 luglio, quelle del secondo il 23 luglio e quelle del terzo agli 11 di settembre, cioè prima di compiere rispettivamente un mese, ed in tutti e tre si trovò un masso, bianco e levigato come uno specchio, di muramento con canti vivi che occupava tutto lo spazio della forma, e contro il quale i flutti del mare urtavano senza lasciarvi traccia.

Il toglimento delle pareti si faceva in modo semplicissimo, alzando i correnti che le tenevano insieme dagli incastri, ne' quali poggiavano, delle traverse messe a croce, spingendole per la parte superiore co' piedi di alcuni operai fuori delle teste sporgenti di ciascuna di queste traverse, e traendole a galla fino alla spiaggia.

Nell'anno 1850 si era nello stesso modo costrutto dal 1.° agli 8 di luglio un primo pilone e da' 12 a' 20 un secondo, avendo un burrascoso temporale interamente disturbato il lavoro durante il 15 ed il 16.

Siccome questi piloni hanno superato tutto l'invernata tempestosa ed anche una fortissima burrasca senza alcun danno, saranno essi riuniti in questo anno (1851) con la chiusura de' vuoti intermedî.

Dopo preparata la malta dal 23 al 26 luglio dell'anno 1850 e situate le pareti che erano state assicurate alle facce esterne de' piloni spogliati, fu eseguito dal 27 al 29 luglio il muramento del volume di 33 ¾ tese cubiche, di cui 3366 piedi cubici di malta, 252 di smalto e 17 ½ tese cubiche di pietrame, con 579 giornate di manovali.

Le pareti furono tolte il 18 agosto e con ciò fu compiuto il lavoro stabilito per quell'anno. Indi, dal 10 giugno seguente agli 11 settembre, cioè in uno spazio di 3 mesi di lavori, nonostanti le difficoltà di ogni costruzione marittima, furono eseguiti tre piloni del volume riunito di

tese cubiche.	251 ¾
e la chiusura di un intervallo di . .	33 ¼
totale, tese cubiche . .	285

o quasi 2000 metri cubici, in una profondità di acqua di 20 piedi sotto il livello dell'alta marea, sebbene la esecuzione fosse più volte disturbata anche da forti burrasche. Ciò avvenne specialmente fra il 31 luglio ed il 29 agosto, essendo in que' giorni sopravvenute violente tempeste dal sud, nelle quali le onde correvano così forti e si elevavano tanto, che rompendosi contro il nuovo molo, gli spruzzi si elevavano al disopra delle gabbie degli alberi de' legni ivi ancorati. È da notarsi che sebbene il terzo pilone fosse in quel tempo ancora coperto dalle sue pareti e tutte le altre opere di fabbrica fossero anche state da poco terminate, pure non vi si osservarono i minimi danni in seguito di quella tempesta.

Que' massi s'indurivano sempre più ad onta de' violenti attacchi, e finora hanno già acquistata la durezza e la solidità di uno scoglio naturale, solidità che cresce progressivamente, sino a raggiunger quella delle più dure pietre, come lo provano opere più antiche.

Con questi procedimenti semplici, rapidi e senza alcuna difficoltà artistica, pe' quali basta il più inesperto manovale e che non richiedono operai di abilità speciale,

si costruiscono massi di fabbrica che per la loro grossezza, solidità e durata possono sfidare tutti gli attacchi del mare, e che servono di sicuro fondamento per la parte al disopra del livello di questo, la quale si costruisce dopo che ha avuto luogo l'assettamento dell'intero corpo del molo sulla gettata a pietre perdute. Questa parte superiore consiste in una elevazione dell'intero molo largo 21 piedi per l'altezza di 7 piedi ½, e nella costruzione di un parapetto grosso 4 piedi o 6 pollici, dietro il quale sta una banchina praticabile di 16 piedi, difesa dalla parte esterna, lastricata e provveduta di colonne ed anelli per legare i bastimenti.

Per la parte economica di questa costruzione basteranno queste notizie, estratte dai conti ufficiali, de'materiali adoperati quest'anno per la costruzione delle indicate 285 tese cubiche, della mano d'opera e della spesa.

13974 staia = 32606 piedi cubici di Vienna di terra di Santorino, che comprese tutte le spese di trasporto importano	9436	fiorini	—	soldi.
1659 moggi = 6221 p. c. di calce.	1450	»	48	»
Tese 20. 4. 6. di sabbia da murare.	149	»	24	»
Tese 202. 1. 6. di pietre, di cui una parte fu pure impiegata pel getto presso gl' intervalli fra i piloni	708	»	42	»
Per la costruzione e ponimento in opera di tutte le forme . .	1878	»	53	»
4424 giornate di manovali compresavi la spesa di vigilanza .	2756	»	5	»
Per utensili e strumenti. . . .	642	»	58	»
Finalmente per le spese varie e direzione de' lavori. . . .	1388	»	22	»
In uno. .	18411	fiorini	12	soldi.
a' quali aggiungendo il getto della diga submarina di pietre, calcolato per 4238 tese e 4 piedi e contrattato per . .	20769	»	28	»
si ha l'intera spesa in . . .	39180	fiorini	40	soldi.

Si ricava quindi dall' analisi risultante dal fatto, che per ogni tesa cubica di questo muramento occorrono.

115 piedi cubici di terra di Santorino,
22 » di calce viva,
16 » di sabbia,
⅗ di tesa cubica di pietre di qualunque specie.
15 giornate di manovali,

che comprese le forme e le spese di direzione danno il costo di una tesa cubica, in Fiume, di meno di 63 fiorini, moneta di convenzione (e).

Con le stesse spese e co' medesimi procedimenti inalterati si è continuata questa opera interessantissima per la città di Fiume dal 1847, dapprima sotto la direzione personale del sig. von Körber, e dal 1848 sotto la vigilanza dell' Ingegnere Rossi, il quale per la sua perseveranza nell'indicata via e per la sua conoscenza della cosa ha reso non lievi servigi.

Dapprima, e fino all' anno 1849, quest' opera era stata cominciata e continuata quasi per pruova a spese della città, ma con sovrana risoluzione del 3 novembre 1849 ricevette l' approvazione imperiale, con la quale fu disposto che la parte già cominciata fosse continuata per la lunghezza di 100 tese, sborsandosi 100 000 fiorini dallo stato, con la condizione che i negozianti di Fiume assumessero l' obbligo di continuare il molo e di recarlo a compimento seguendo lo stesso sistema senza altro sussidio.

Fino a quest' ora la città ha sborsato co' proprî mezzi:

Nell' anno 1847, per la costruzione della diga submarina per 30 tese di lunghezza, e quindi di un pilone e per la chiusura del vuoto tra questo ed il molo attaccato alla terra, la somma di . .	17 704	fiorini	14	soldi.
Nell' anno 1848, per 17 tese della diga submarina, due piloni e la chiusura di due vuoti con l' aggiunta della costruzione della parte superiore del molo per tutta la lunghezza della parte inferiore esistente.	26 427	»	3	»
Nel 1849 per altre17 tese della diga submarina, altri 2 piloni e la chiusura di altri 2 vuoti compresa la parte superiore che finora è stata sempre eseguita nello stesso anno ed immediatamente dopo il compimento de' piloni	28 392	»	12	»
Totale .	72 523	»	29	»

Per parte della città sono stati così, non ostanti le vicende politiche, già eseguite 64 tese della diga submarina, alla quale, siccome un pilone ed un vuoto occupano una lunghezza di 8 tese, si possono aggiungere 40 tese cubiche di molo, con la parte superiore, così che

(e) Cioè meno di ducati 105 a canna cubica, o di franchi 25 a metro cubico.

già si ha ricovero e difesa per più di 30 legni di alto bordo.

Il sussidio imperiale portò nuova vita a quest'opera già minacciata di interruzione per l' esaurimento de' mezzi della città , e quì non possiamo tralasciare di far menzione della generosità di molti cittadini per mezzo della quale solo è stata possibile continuarla, e fra questi merita il posto di onore il sig. Scarpa. Nell'anno 1850 furono inoltre compiuti 2 piloni e la chiusura di un vuoto con la spesa di. . . . . . . 12 379 fiorini 41 soldi.

E finalmente nel corrente anno sonosi eseguiti 30 tese della diga submarina con 3 piloni e la chiusura di un vuoto, che han costato. 38 780 » 17 »

Di modo che tutta la spesa finora erogata ascende a . . 123 682 fiorini 58 soldi.

In tutto si è finora compiuto, oltre l' intera diga submarina di 100 tese, anche 40 tese con tutta la parte superiore. Per un' altra lunghezza di 16 tese è preparata la parte fondamentale per l' unione de' due piloni corrispondenti ; e tre altri piloni stanno isolati ed esposti agli urti del mare , per consolidarsi perfettamente sopra la gettata di 50 piedi di altezza. L'esperienza ha dimostrato esser sempre necessario questo procedimento, giacchè dove in un medesimo anno si è eseguita la riunione de'piloni e la costruzione di tutta la parte superiore , ivi si sono manifestate delle fenditure di più di un pollice di larghezza , le quali possono in parte attribuirsi al troppo sollecito caricamento della fabbrica troppo fresca, in parte ad un assettamento prodotto dalle tempeste ; il che è ora maggiormente confermato , poichè i due piloni costrutti nel passato anno , in seguito dell' invernata si sono trovati col loro piano superiore profondato da 11 a 12 pollici , e quindi ha dovuto aver luogo un cedimento di eguale altezza nella fondazione.

Il compimento della costruzione è ora determinato in modo che si è già stabilito che nell' anno 1852 saranno eseguiti i rimanenti due piloni e la chiusura di due vuoti con la spesa di . . . . . 19 024 fiorini 14½ soldi

E finalmente nel 1853 la chiusura de'rimanenti due vuoti, e tutta la parte superiore col parapetto e le colonne importante . . . . 18 140 » 5 »

Cioè in tutto . . 37 164 fiorini 19½ soldi.

Laonde risulta pel molo completo di 100 tese di larghezza la spesa di 166 848 fiorini 24 soldi (f); con la quale la città di Fiume ottiene un porto comodo per ogni riguardo , della larghezza di più di 140 tese , capace di oltre a 100 legni ; risultamento il quale , paragonando la spesa ed il vantaggio che ne ha ricavato il commercio e la navigazione , e messo anche in paragone con le altre opere di simil natura eseguite nelle altre città marittime , può riguardarsi come maraviglioso, tale che dapprima sarebbe sembrato incredibile e che con ogni altro mezzo non avrebbe potuto ottenersi.

Questo felice risultamento deve innanzi tutto attribuirsi alla possibilità di usare una sezione di molo , la quale per la sua larghezza di soli 23 piedi per l' intiera altezza della zona mobile del mare , può riguardarsi come la minima che potesse usarsi per resistere agli urti dei flutti , ma esso è anche dovuto a' procedimenti semplici e poco costosi di costruzione che abbiamo descritti.

Se volgiamo una rapida occhiata alle opere simili già eseguite in altri paesi , vedremo pienamente dimostrato questo nostro assunto.

Il nuovo molo occidentale di Genova, dal suo cominciamento nel 1823 fin' oggi è già stato distrutto due volte e ricostruito sempre per mezzo di un cassone affondato, il solo stabilimento del quale , per una lunghezza di molo di 9 tese , con la stessa larghezza e con l' altezza di 7 tese ed 1 piede , ha già costato 120 000 franchi (circa 47 000 fiorini) che compreso il costo della fabbrica presenta una spesa più che sestupla , senza neppure offrire guarentigie di sufficiente solidità.

Nel porto di Napoli fu preparata la costruzione di un nuovo molo mediante una gettata di massi di pietre, per poter poscia costruire il molo stabile nel mare calmo, con fabbrica di smalto in una paratia , ed anche il costo totale è risultato maggiore.

In Plymouth e Cherburgo, all'opposto le dighe si sono composte principalmente di grossi massi naturali di scoglio, da 40 a 200 quintali di peso, con una larghezza in cima di 10 a 12 tese ed una scarpa esterna molto estesa, di ⅕ della base, il che ha di già fatto elevare la spesa in modo quasi incalcolabile, non solo pel gran volume del corpo delle stesse dighe , ma ancor più per le difficoltà ed il costo del taglio de' massi necessarî pel trasporto e per le frequenti distruzioni parziali.

Finalmente in Algieri e Marsiglia per diminuire la spesa del taglio e del trasporto de'grossi scogli di pietra si sono fabbricati de' massi artificiali. Questi massi del volume di una tesa cubica sono, con un bene inteso sistema di strade a guide di ferro e di zattere, portati al sito opportuno ,

(f) Ciò è ducati 98440, 56, ovvero franchi 353405, 8.

dove cadendo irregolarmente l'uno sull'altro formano una diga larga 8 tese con la scarpa naturale di 40°.

Però anche questa disposizione presenta un volume più che raddoppiato, e quindi, vista la difficoltà della fabbricazione e del trasporto dello smalto, una spesa molto maggiore, e non è meno degli altri sistemi esposta a frequenti e considerabili danni durante il lungo tempo della esecuzione.

L'uso del cemento di Santorino al contrario non richiede, come si è visto, cassoni impermeabili all'acqua, nè ture, nè la consistenza del suolo che è per queste una condizione necessaria; la rapidità dell'esecuzione rende anche superfluo ogni riparo, non vi è bisogno di particolari cave di pietre, nè di speciali mezzi per trasportare grossi massi, giacchè vi si può usare ogni specie di pietrame, ed invece di un profilo robusto e con una scarpa molto protratta per rompere a poco a poco la forza dei flutti, o di molto centinaia di massi artificiali che si richiederebbero per la costruzione di una tal lunghezza di molo, basta una semplice massa compatta od un semplice pilone di un volume immensamente minore, che può anche formarsi nel modo più facile, in mare e nel sito opportuno, con l'aiuto di barelle e carretti.

Si scorge chiaramente come con questo mezzo di costruzione possa non solo diminuirsi considerabilmente la spesa, fino a ridursi ad una piccola parte delle grandi somme finora impiegate per simili costruzioni, ma inoltre le opere così eseguite formino con le loro erte pareti delle masse compatte somiglianti a scogli naturali, che non possono parzialmente distruggersi e che con tutto il loro peso e volume resistono impunemente agli urti de' flutti. Epperò questo sistema può riguardarsi come un progresso fatto in questo ramo dell'arte del costruire, tanto più nuovo ed importante, in quanto che esso può applicarsi dappertutto con una spesa relativamente minore, e sfidare l'irritato elemento, respingendone i fragorosi flutti sotto la forma di spruzzi e di schiuma.

Tali vantaggi non potevano non attirar l'attenzione degli artisti anche di altri paesi, e quindi si è ripetute volte manifestato il desiderio di avere una spiegazione particolarizzata di questo genere di costruzione e de' metodi adoperati; noi crediamo però di avere col cenno precedente contribuito in modo non insignificante all'adempimento di questo desiderio.

Intanto nel IX e X fascicolo del Giornale di Costruzione di Berlino, troviamo in un cenno « *Sulle ricerche fatte in Prussia sull'applicazione della terra di Santorino* » che la Commessione incaricata di queste ricerche ha emesso il seguente parere:

» Se dopo questi saggi apparisce, come anche prima non se ne dubitava, che la terra di Santorino, specialmente senza mescuglio di sabbia, presenti una malta appropriata alle costruzioni sotto acqua, noi crediamo poter aggiungere:

» 1.° Che con l'uso di questa terra non sia da attendersi nessuna qualità per indurirsi sotto l'acqua che superi quella de' materiali esistenti nel nostro paese e specialmente del *trass*;

» 2.° Che il sistema usato in Trieste ed in Venezia, col quale si fanno delle gettate a strati di malta e pietre nell'acqua senza alcuna precauzione, se pure può in molti casi esser sufficiente, non sembra però proprio a presentare con sicurezza un muramento unito ed impermeabile, che anzi sotto questo rapporto merita la preferenza il nostro solito sistema di preparazione ed applicazione dello smalto. In oltre i saggi ci mostrano che colla malta di *trass* si ottengono ad ogni modo gli stessi risultamenti che con quella di Santorino;

» 3.° Che gli altri vantaggi esclusivi della terra di Santorino non si sono mostrati nelle ricerche riportate. »

La nostra relazione però, ed i lavori eseguiti in Trieste, Venezia, Grecia, Egitto, ec. nei fiumi e nel mare, dimostrano che col semplice metodo che si è descritto, ed inoltre a profondità considerabile, *si ottiene con sicurezza un muramento della durezza di uno scoglio perfettamente unito ed impermeabile*; i moli del Pireo, di Callimachi, Lutrachi, Sira e Patrasso, come i fondamenti bagnati dal mare degli stabilimenti di quarantena del Pireo e di Sira sono stati costrutti con questo metodo, e presentano, dopo periodi da 6 a 15 anni, una perfetta solidità, sebbene varie di queste opere sieno esposte alle più violenti tempeste.

CENNO

SULLA VALUTAZIONE DEGLI EDIFIZÎ E SULLA QUISTIONE

« **Se valutandosi un edifizio per lo valore dei materiali e del suolo, debba farsi deduzione del peso fondiario** ».

> Colui cui è demolito un edifizio per opera di pubblica utilità ha dritto di dire: *costruitemi lo stesso edifizio nel suolo contiguo, o datemi tutto il danaro bisognevole per ricostruirlo.*

(Articolo comunicato)

Occorre sovente di occupare o di demolire per opere di pubblica utilità nelle provincie del Regno edifizî privati, che i proprietarî han costruito per proprio uso e comodo senza probabilità nè speranza di darli in fitto per mancanza di richiesta, specialmente ne' piccioli paesi.

Dovendosi tali edifizî valutare per accordare a norma della leggè a' proprietarî la giusta indennità, mancando l'elemento della rendita, che non può neppur giudicarsi ove mancan le richieste, debbe necessariamente ricorrersi al modo di valutazione, che poggia sul valore del suolo che occupa l'edifizio e sopra quello de' materiali che lo compongono.

Una simile circostanza ebbe luogo per un'opera dipendente dalla Direzione generale de' Ponti e Strade, nella quale per valutarsi un edifizio non mai richiesto nè dato in fitto, i periti incaricati convennero d'accordo doversene calcolare il valore pel suolo e pe' materiali, e ne stabilirono il prezzo.

Discordaron però nel parere se dal prezzo stabilito dovesse o no togliersi un capitale per lo peso fondiario, e per le spese di annuo mantenimento.

La quistione venne portata al Consiglio di Acque e Strade, ove il relatore opinava non doversi fare alcuna deduzione. E poichè la quistione medesima erasi molte altre volte agitata anche fuori di quel Collegio, egli messe a stampa il suo voto, accompagnandolo con ragionamento.

Esaurite le poche copie di un tale scritto e continuandone tuttavia le richieste, si riproduce ora sotto lo stesso titolo ed epigrafe, e con qualche novello sviluppo.

---

1. Le case di abitazione e gli edifizî in generale sono produzioni dell'arte e della industria umana.

2. La loro costruzione richiede un capitale, ch'è sempre proporzionato alla loro ampiezza, alla quantità e qualità dei materiali e del lavorio che vi s'impiega.

3. Nei paesi di provincia un proprietario costruisce una casa per proprio comodo ed uso. Egli la proporziona ai bisogni della sua famiglia. Ne estende la costruzione, se tali bisogni si fan maggiori. Se quelli diminuiscono, una parte dell'edifizio gli rimane inutile. Ei difficilmente trova a cederla, o a locarla.

4. Nelle capitali delle provincie, e principalmente nelle grandi città, una casa è una produzione che dà una rendita.

5. Appena una casa è costruita, ed è resa abitabile in una capitale, se il proprietario non la destina al proprio uso, la dà in affitto per una pigione, che debbe essere proporzionata alla spesa di costruzione, nella quale s'intende compreso il valor del suolo.

6. La proporzione tra il costo e la rendita debbe seguir la ragione degl'interessi degli altri capitali in commercio.

7. In una città in cui le case sono corpi destinati a dar rendita debbe supporsi equilibrio fra le richieste e le offerte delle case a pigione.

8. La peste o il tremuoto posson per qualche tempo alterare sensibilmente un tale equilibrio.

9. Colui che abita una casa di affitto ne paga la pigione proporzionata al costo della sua costruzione (§. 5).

10. Accade lo stesso a colui che abita la casa propria. Egli soffre l'interesse del capitale impiegato alla sua costruzione, ed all'acquisto del suolo.

11. L'altro e l'uno son obbligati in oltre a pagare il peso dell'imposta fondiaria, e l'importo delle spese di annuo mantenimento.

12. La costruzione di una casa è una produzione di durata temporanea, che si degrada col tempo, e finisce per distruggersi interamente.

13. Il suolo però, che fa parte del valor di una casa, non è soggetto, per effetto del tempo, nè facilmente, a degradazione, nè a distruzione.

14. I suoli hanno maggiore o minor valore, secondo che il sito ove son posti è più o meno ricercato.

15. Due case perfettamente uguali per ampiezza, per forma, per eleganza, poste in siti diversi, possono avere pigioni diverse; ed una delle due pigioni può essere molto maggiore dell'altra.

16. La differenza è prodotta da quella dei valori dei suoli, poste uguali tutte le altre spese di costruzione.

17. Chiamando C il costo di costruzione di una casa, cioè di tutti i materiali che la compongono, e del loro lavorìo; ed S il valor del suolo sopra cui è edificata, sarà C + S il costo intero dell'edifizio di recente costruzione, o il suo valore V; e quindi si avrà per una casa di recente costruzione l'equazione.

$$V = C + S.$$

18. E siccome la rendita, o la pigione debbe essere proporzionata al costo (§. 5) ponendo $\frac{1}{r}$ per la ragione del danaro, e chiamando P la pigione, sarà $P = \frac{C+S}{r}$ e quindi $Pr = V$.

19. Se il valore di un edifizio di recente costruito è eguale a C + S, cioè al costo intero della sua costruzione; e se C va degradandosi coll'elasso del tempo, fino alla sua distruzione, chiamando $\frac{1}{d}$ la degradazione che ha luogo nell'unità di tempo t: si avrà la equazione che denota il valor di un edifizio in un tempo qualunque della sua durata (§. 12, 13)

$$V = C + S - \frac{Ct}{d},$$

20. Nella equazione $P = \frac{C + S}{r}$ non fu tenuto conto nè dell' imposta fondiaria, nè della spesa di annuo mantenimento. Or chiamando F la prima, ed M la seconda e denotando con P' la pigione che oltre all' interesse del denaro deve comprendere le due indicate quantità, si avrà

$$P' = \frac{C + S}{r} + F + M.$$

P' in questa equazione denota così la pigione che paga un inquilino, come l'interesse che soffre un proprietario che abita la propria casa (§. 9, 10, 11).

21. Se la pigione $P' = \frac{C + S}{r} + F + M$ si ha da una casa costruita nel 1806, prima dello stabilimento dell' imposta fondiaria, una egual pigione potrà ritrarsi da una casa simile ed uguale posta allo stesso sito, e per la quale sieno oggi perfettamente gli stessi i valori di C, S, F, M ed *r*, che sia stata costruita posteriormente all'epoca indicata.

22. L'inquilino non cerca della differenza di età fra due abitazioni perfettamente uguali e contigue, che presentano gli stessi comodi, e la stessa decenza.

23. L'equazione quindi $P' = \frac{C + S}{r} + F + M$ può denotar il valore della pigione di una casa indipendentemente dall' epoca di sua costruzione.

24. Che se poi in luogo di C + S volesse sostituirsi $C + S - \frac{C\,t}{d}$ (§. 19) si avrà per le case di men recente costruzione una diminuzione nel valor della pigione per la minor freschezza delle sue decorazioni.

25. E quindi il valore della pigione in generale sarà espresso dalla equazione

$$P' = \frac{C + S}{r} - \frac{C\,t}{d\,r} + F + M,$$

dalla quale si avrà

$$r\,(P' - F - M) = C + S - \frac{C\,t}{d} = V\ (\S.\ 19).$$

26. E quindi il valore V di una casa si avrà o deducendo dalla pigione la fondiaria e l'annuo mantenimento e ragguagliando il residuo alla ragion conveniente; o calcolando il valor de' materiali, e quello del suolo (1), diminuito solo delle degradazioni del tempo, senza tenersi alcun conto *nè di fondiaria nè di mantenimento* (2).

---

(1) Questo s'intende netto di fondiaria.

(2) Sia S = 2 000 il valore del suolo sul quale si costruisce un edifizio.

Sia C = 10 000 il costo di tutti i materiali e mano d'opera impiegate nella costruzione.

Sia infine $\frac{1}{r} = \frac{6}{100}$ la ragione alle quale suole impiegarsi in una data contrada un capitale in costruzioni urbane.

Si denoti con P la pigione, o meglio la rendita netta da qualunque spesa che deve ritrarre il proprietario costruttore per interesse del suo capitale; sarà (§. 18)

$$P = \frac{C + S}{r} = \frac{10\,000 + 2\,000}{\frac{100}{6}} = \frac{6 \times 12\,000}{100} = 720$$

Sopra la detta costruzione ricade però la spesa annuale della contribuzione fondiaria e quella dell' annuale mantenimento dell' edifizio. Le quali due spese unite corrispondono approssimativamente al quarto della rendita P, e quindi ad annui ducati 180 per cui si avrà P' = 720 + 180 = 900 pigione annuale che dovrà ritrarre il proprietario dalla sua costruzione per interesse de' suoi capitali.

Sostituendo gl' indicati valori nell'equazione $V = \frac{C + S}{r}$ (§. 18) ed in quella $V = r\,(P' - F - M)$ (§. 25) si avrà così nell'una come nell' altra V = 12000.

In ordine alle degradazioni che soffre un edifizio coll'elasso del tempo fino alla sua intera distruzione (§. 12) e che noi abbiamo indicato con $\frac{1}{d}$ (§. 19) se si fa $d = 200$, $\frac{1}{d}$ denoterà la duecentesima parte del costo di costruzione; e designando, per t la durata degli anni decorsi dopo la costruzione sarà $\frac{C\,t}{d}$ la deduzione, che nell'esempio numerico da noi quì sopra riportato dovrà farsi dal valore $V = C + S - \frac{C\,t}{d} = 12000 - 50$, facendo $t = 1$, cioè considerando decorso un anno solo dall'epoca della costruzione.

Il $\frac{C}{d}$ corrisponde sempre al mezzo per cento sulla spesa di costruzione.

E facendo nel caso da noi di sopra indicato in cifre numeriche tale deduzione sulla ragione del 6 per 100, e riducendola al 5 1/2 ed impiegandone annualmente l'importo, dopo soli anni sessanta si avrà un capitale che corrisponde al di là d' una volta e mezzo del valore di C, e che farà fronte alla intera ricostruzione dell'edifizio, rimanendo ancora un generoso supero pe' rischi ai quali son soggetti i fondi urbani, ed anche alla perdita della rendita durante la ricostruzione.

Ma ogni edifizio ha una durata certamente maggiore degli anni sessanta. E quindi colla diminuzione di rendita del solo mezzo per cento sull' impiego del capitale nella costruzione, o nell' acquisto di un edifizio, la sua durata che (§. 12) dicemmo temporanea può considerarsi come perpetua e quindi un tale impiego preferibile ad ogni altro.

La dimostrazione di questa verità, che è stata l'oggetto del presente scritto, è dedotta da semplici ragionamenti che sono a portata di ogni persona perita in simili faccende. I ragionamenti si son posti in forma analitica perchè dopo ammesse le prime verità semplici e chiare le loro conseguenze non fossero soggette a cavillazioni.

I principî su' quali son poggiati son così chiari, che non sembra abbisognino di dimostrazioni. Per base de' ragionamenti non si è portato nè l'autorità della legge, nè la convenienza delle vedute amministrative, nè i principî della scienza economica.

Essendo stata però risoluta col metodo il più severo, chiunque voglia occuparsi ad esaminarla e a risolverla, debbe farlo per via di semplici ragionamenti, senza ricorrere nè ad autorità, nè a principî particolari, di cui spesso suol farsi strana applicazione.

Per sostenersi la proposizione contraria a quella da noi dimostrata, dicendosi cioè, *di doversi dedurre, nel valutare un edifizio, il capitale della fondiaria dal valor dei materiali che lo formano, e del suolo su cui poggia*, si vuol prendere argomento dal combattuto principio di economia, che il peso fondiario una volta posto sugli immobili fu a carico de' proprietarî, i quali per quel fatto soggiacquero alla perdita *non di una parte della rendita, ma del capitale che tal parte di rendita rappresenta* (3).

Questo principio, non mai in generale perfettamente esatto, a nostro avviso è essai malamente applicato alla circostanza. Esso può aver in certo modo applicazione pei fondi rustici, de' quali la più gran parte dei prodotti è dovuta ad una causa perpetua, cioè alla forza della natura, alla fertilità del suolo, all' azione degli elementi ec.: ma non può averla pei fondi urbani, che sono essi stessi una produzione temporanea, una manifattura.

Può forse anche il principio indicato applicarsi ai fondi rustici, perchè i prodotti di quelli, sì prima che dopo della imposta fondiaria, doveano coi loro prezzi mantenersi in equilibrio con quelli di tutta Europa, se non vorrem dire dell'intero globo; per cui i produttori non poteron rivalersi del pagamento dell'imposta novella sopra i consumatori (accrescendo i prezzi dei prodotti) i quali potevano facilmente rivolgersi a mercati stranieri.

Non così poteva farsi per le case di abitazione (4), considerate come corpi di rendita assoggettati al novello peso. Di esse al tempo dell' imposta debbe supporsi equilibrio fra le offerte e le ricerche. Il rialzamento quindi delle pigioni fu, in quella occasione, generale ed uniforme, perchè tale fu la causa che lo produsse.

Nè un inquilino, per non essere assoggettato a tale aumento di pigione, poteva dirigersi meglio ad un proprietario che ad un altro; chè tutti avevan subita la stessa sorte.

Poteron però gl' inquilini ridursi a più anguste abitazioni, altri per volontà, altri obbligati da scarsezza di mezzi; ma ciò mostra che l'imposta fu a carico dei consumatori, i quali furono obbligati a pagare per una casa più angusta il prezzo stesso che prima pagavano per una casa più spaziosa.

Per tale restrizione forse rimasero pel momento vote le più grandi abitazioni; (le quali anche furon presto suddivise). Ed essendo diminuite un poco le ricerche di abitazioni (dissi un poco, perchè poche furon tali restrizioni) vennero subito abbandonate le vecchie case, che avevan bisogno di forti spese di rifacimenti, sul dubbio che la pigione ne compensasse l'interesse della spesa. Nè novelle case furon costruite in sino a che le pigioni non si ridussero allo stato che potesse aversi

$$P' = \frac{C + S}{r} + M \ (5).$$

Il che non tardò ad avvenire nel nostro paese, poichè il tremuoto del 1805 aveva di molto diminuito il numero delle case abitabili, principalmente della capitale, ove l' imposta fondiaria fu più sensibile; e grande all' epoca dell' imposizione era il numero delle case inabitabili che avean bisogno di forti rifacimenti.

E le novelle costruzioni, e le generali rifazioni cominciarono ad aver luogo solo quando le pigioni delle antiche case abitabili eran giunte allo stato da rassicurare i costruttori, che dalle loro nuove costruzioni avrebbero ritratto il compenso delle spese, e quello della imposta e del mantenimento. E le pigioni delle antiche si livella-

---

(3) Ammettendosi un tal principio de' nostri oppositori sarebbe ingiusto (a loro dire) di restituirsi per intero ad un proprietario che vende il suo edifizio, quel capitale di cui già egli avea perduto una parte.

(4) Desse non potevano acquistarsi dall' estero.

(5) Cioè che la pigione P' eguagliasse la rendita del costo di costruzione e di suolo, più l' importo della fondiaria e dell' annuo mantenimento.

rono presto con quelle delle nuove case e delle rinnovate, per la semplice ragione , che l' inquilino cerca il comodo e la decenza, a cui proporziona la pigione, senza prender cura dell' età di una casa che debbe abitare , quante volte non gli presenti per la sua antichità o sconvenevole apparenza, o pure pericolo di rovina vicino o lontano.

Il peso quindi della imposta sulle case, fu subito a carico dei consumatori, cioè di coloro che le abitano ; e si è così mantenuto , poichè le pigioni successivamente han piuttosto presentato aumento che non diminuzione. Ecco dunque cessata la speciosa ragione per la quale si vorrebbe che un proprietario di una casa costruita prima del 1807 avesse perduta una parte del costo di sua costruzione ; come se egli non avesse dovuto o potuto mettersi a livello di colui che costruiva dopo di lui (cioè dopo lo stabilimento della imposizione) e che doveva soffrire le stesse spese di costruzione , ed esser soggetto agli stessi pesi. E cessa la conseguenza che voleva trarsene , cioè che nel dover valutare una casa per materiale , dovesse dedursene a favor del compratore la rata corrispondente alla fondiaria , perchè il proprietario nel 1807 , quando quel peso fu imposto, aveva perduto una parte *non della rendita ma del capitale che tal rendita rappresenta.*

Si conveniva però dai nostri oppositori, che tal principio non era applicabile alle costruzioni fatte dopo l'epoca del 1807. Ma non si comprende come potesse farsi una tale distinzione , per effetto della quale un perito estimatore , nel valutare una casa pel valore delle sue parti materiali , sarebbe stato obbligato ad assicurarsi che fosse stata costruita nel 1808 e non già nel 1806 ! !

Il vero metodo da valutare un edifizio qualunque , che non può riguardarsi diversamente da ogni altra manifattura , sarebbe quello di valutare l' importo dei materiali e del lavorio impiegato in costruirlo , aggiungendovi il valor del suolo, e scemandone l'importo delle degradazioni cioè servendosi della formola $V = C + S - \frac{C\,t}{d}$. Ove però la rendita , o la pigione P' supera di molto l' interesse di C ossia $\frac{C}{r}$, essendo difficile lo stabilire il vero valore di S , si stima di dover prender per norma P' nelle valutazioni. Ed un proprietario il quale vende la casa , che ha egli stesso costruita , crede di avervi fatto un gran guadagno quando trova a venderla sulla rendita P' molto maggiore di $\frac{C}{r}$; ed il suo amor proprio gli fa creder che tale aumento sia dovuto ai suoi talenti ed alla sua industria. Ma egli d' ordinario s' inganna , poichè la rendita maggiore è dovuta al valor del suolo S, il quale è appunto eguale a $Pr-C$, cioè eguale al capitale corrispondente alla pigione meno la spesa di costruzione (§. 18).

In modo che calcolando con giustezza tanto con un metodo quanto coll'altro , dovrà aversi sempre lo stesso valore nella stima di un edifizio, perchè si avrà sempre, facendo astrazione dai pesi e dalle degradazioni,

$$Pr = C + S = V.$$

Ma perchè il metodo più facile , più breve , men soggetto ad errori è il valutar sulla pigione (6) esso debbe esser preferito ovunque la pigione per lo esteso numero dei contratti , tanto di locazione , quanto di vendita , che giornalmente si seguono e si ripetono, trovasi proporzionale al costo dell' edifizio , al valor del suolo , alla ragion corrente del danaro , como succede nelle capitali. Ma dove pigione non esiste , perchè le case non sono in commercio locativo; dove un proprietario si costruisce per suo uso una casa come si provvede di una carrozza , quivi per valutar una casa bisogna cercare il valore di $C + S$; o ciò che val lo stesso cercare il valore di quel P che denota l' interesse effettivo che soffre un proprietario il quale abita la propria casa sul capitale da lui impiegato nella costruzione di essa, cioè $\frac{C+S}{r}$ (7).

Rinvenuto il $P = \frac{C+S}{r}$ potrà aversi

$$V = r\,(P - F - M).$$

L' uno e l' altro de' due metodi debbe dare lo stesso risultamento, poichè la pigione , o il P , è sempre data per $C + S$.

---

(6) Perchè la pigione è un dato il più semplice , e più facile a conoscersi.

(7) Ciò s' intende per le contrattazioni volontarie, o per le espropriazioni a causa di pubblica utilità. Nelle contrattazioni volontarie si presume eguaglianza tra le offerte e le domande , e quindi il giusto prezzo, che è quello di costo $V = C + S$, può crescere o diminuire secondo che vi è maggior premura nel compratore o nel venditore. E nel primo de' due casi si va al prezzo di affezione.

Nell' espropriazione per causa di pubblica utilità la richiesta è massima, l' offerta è minima, per cui vi sarebbe luogo al prezzo di affezione, se l' opera pubblica non avesse per sè un privilegio. Però siccome l'espropriato è forzato dalla legge a vendere a suo malgrado e deve ricevere giusta indennità, cioè esser rifatto di ogni danno , così ha egli il dritto di dire o costruitemi lo stesso edifizio sul suolo contiguo o datemi tutto il danaro per ricostruirlo. Non è così per le espropriazioni giudiziarie, ove l'offerta è massima per l'assoluto necessità di vendere nella quale si è posto il proprietario per suo fatto, ed il creditore, unico compratore, è forzato a comprare ed a riceversi il fondo in luogo di danaro. Allora il prezzo è il minimo quello cioè col quale il fondo può trovarsi facilmente a vendere. E la vendita all' asta mostrerà se vi sia concorso di richieste che aumenti questo prezzo.

Se l'imposta sulle case dopo brevissimo tempo cadde sugl' inquilini (nè poteva avvenir altrimenti, poichè le case, all' infuori del suolo, debbon considerarsi come una manifattura, che si consuma coll' uso, che perisce, e che esige successive ricostruzioni) i proprietarî di esse non perdettero nello stabilimento della fondiaria una rata della proprietà, come quasi avvenne ai proprietarî de' fondi rustici; ma furon quelli obbligati a pagar solo al regio fisco una parte della rendita per breve tempo, che successivamente fecero pagare ai loro inquilini.

E pel tempo che il pagamento fu a loro carico, debbe considerarsi non che fu diminuito il valor capitale, ma che ne fu sensibilmente diminuita la ragione della rendita; per cui quella specie d'impiego, cioè la costruzione delle case, non sarebbe stato più seguito, ed i capitalisti si sarebbero rivolti ad altre speculazioni, ed il numero delle case sarebbe diminuito, se le cose non si fossero rimesse al loro antico livello, cioè se i proprietarî, i costruttori delle case, non fossero ritornati ad esiger dai loro capitali immobilizzati in case quello stesso interesse che prima ne ritraevano, e che era coordinato con quello delle altre speculazioni.

Nè la fondiaria sulle case può dirsi veramente un peso sull' immobile, poichè di esso la maggior parte poggia sull' industria, sulla manifattura, sul capitale immobilizzato il quale è soggetto a consumo ed a distruzione.

Nè la imposta si esige sul valore del capitale impiegato, ma sulla rendita di esso; per cui un gran capitale che dà pochissima rendita, come avviene nelle case de' piccioli paesi di provincia, è soggetto a tenuissima imposta. E quando anche questa picciolissima rendita manca, quando l' edifizio rimane inabitato, niente dal fisco si esige per imposizione. Ed è permesso ad un proprietario di far rimanere inabitato, ed anche di render inabitabile un suo edifizio, qualunque sia, e ne rimane esso esente da contribuzione. Tanto è vero che non sulla costruzione o sulla spesa gravita l' imposta, ma sull'uso. Per cui *chi usa paga*. Degli edifizî inabitabili si paga la fondiaria sul suolo, su cui solamente gravita la fondiaria propriamente detta.

Ne' piccioli paesi di provincia de'le varie case che in tutto o in parte soglion rimanere inabitate, taluna che per accidente trova ad affittarsi si dà per tenuissima pigione che appena corrisponderebbe al quarto o al quinto dell' interesse della spesa di costruzione.

Egli è quasi sopra tali rari esempî che è regolata la fondiaria sulle case di provincia. Se essa fosse più forte, moltissime di quelle case rimarrebbero abbandonate (in parte se non in tutto), e quindi distrutte. Lo stesso avveniva nelle capitali delle provincie nello stato antico.

Pochissime case vi eran vote ed abitabili; di esse bassissima era la pigione perchè assai minore, e spesso uguale al zero era il numero di coloro che ne chiedevano in affitto. Collo stabilimento de' tribunali, e delle amministrazioni ne'detti paesi crebbe il numero delle richieste, e quindi divenne altissimo il prezzo delle pigioni, perchè al fine mancarono le case, e la pigione superò di molto il valore di C; vale a dire che crebbe il valore di S; cioè di quel suolo sopra cui trovavasi già costruito. Allora s'incominciarono novelle costruzioni; le case divennero manifatture commerciabili, ove prima eran comodi di proprio uso; le pigioni si livellarono col costo di costruzione; esse divennero discrete ove le costruzioni furono poco costose, e dove non vi era angustia di suolo.

Sono però rimaste le pigioni care in Foggia ove il suolo abbonda, ma i materiali sono cari; e son anche care in Potenza dove è scarso il suolo e i materiali non son vicini.

Sulla bassezza delle pigioni nei piccoli paesi vi è qualche eccezione a fare, la quale però conferma la regola perchè assai rara, e perchè tiene a particolari considerazioni.

Notizie statistiche intorno alle strade ed altre opere pubbliche nelle provincie continentali del Regno.

Alcuni giornali, hanno recentemente pubblicate delle notizie statistiche intorno alle opere pubbliche delle provincie del regno al di qua del Faro, le quali notizie, sebbene importanti, separatamente rimanevano incompiute. Epperò abbiam creduto che fosse pregio di un' opera artistica, quale è la nostra, il raccoglierle aggiungendovene altre, non meno interessanti, ricavate da sicura fonte, e presentarle a' nostri lettori ne' seguenti tre quadri. Dal primo di questi, che riguarda specialmente le strade, a colpo d'occhio si rileva quale ne fosse la estensione al cominciare di questo secolo, come questa estensione siasi andata man mano sviluppando, e quanta sia al presente. Dopo aver veduto nel quadro stesso quale lunghezza di strade si trovava in ciascuna provincia nei primi mesi dell' anno 1852, si potrà scorgere dal secondo quale spesa richiedesse nel corso dell' anno medesimo il loro mantenimento, come questa spesa fosse ripartita tra le strade regie e provinciali; e per le prime a quali lunghezze corrispondesse la spesa; ed inoltre quali somme si erogassero nel detto anno per novelle costruzioni e riattamenti di strade ed altre opere pubbliche sì regie che provinciali; e per le opere regie quali compensamenti si pagassero per le occupazioni ed altri danni a' fondi privati prodotti dalle medesime. Nel terzo quadro infine si trova notata la spesa occorsa nello stesso anno e nelle varie provincie per le opere pubbliche di ogni sorta, distinte soltanto nelle dipendenze da' diversi rami dell' amministrazione, ed una indicazione sommaria delle opere più importanti per ciascuna provincia.

QUADRO I. — Lunghezze delle strade in varie epoche dal 1806.

LUNGHEZZA TOTALE NELLE VARIE EPOCHE

	miglia	pal.
Esistenti nel 1806	594	»
Costruite dal 1806 al 1815.	64	»
Nel 1815	658	»
Costruite dal 1815 al 1828.	847	»
Nel 1828	1505	»
Costruite dal 1828 al 1833.	313	3500
Nel 1833	1818	3500
Costruite dal 1833 al 1846.	740	8686
Nel 1846	2559	2186
Costruite dal 1846 al 1850.	618	1502
Nel 1850	3177	3688
Costrutte dal 1850 al 1852.	202	6407
Nel 1852	3380	0095

LUNGHEZZA PER PROVINCIE DAL 1833 A TUTTO MARZO 1852.

Provincie	1833		1846		1850		1852	
	miglia	palmi	migl.	pal.	migl.	pal.	migl.	pal.
Napoli	358 (Napoli e Terra di Lavoro)	»	133	5978	150	1175	150	1175
Terra di Lavoro			440	4592	565	3965	571	4797
Principato Ulteriore	126	»	137	1200	180	3264	197	1410
Capitanata	122	»	167	5211	177	4230	183	1040
Terra di Bari	212	»	331	3432	333	6432	348	3436
Terra d' Otranto	99	»	236	5356	254	5312	295	6069
Principato Citeriore	211	3500	234	1949	287	0023	308	5680
Basilicata	100	»	189	3859	237	1318	255	2968
Calabria Citeriore.	101	»	129	3508	121	1223	132	4646
Calabria Ulteriore 2.ª	77	»	99	3910	131	3910	141	4231
Calabria Ulteriore 1.ª	29	»	39	4117	50	1215	60	633
Molise	132	»	149	4628	201	6324	215	2485
Abruzzo Citeriore	72	»	85	1647	205	4322	220	5532
Abruzzo Ulter. 2.°	129	»	153	760	180	314	194	502
Abruzzo Ulter. 1.°	50	»	51	1039	100	2661	104	5491

STRADE FERRATE.

	m.	p.
Da Napoli a Capua e Nola.	30	3642
Da Nap. a Castellammare e Nocera	22	6079
Totale	53	2721

QUADRO II. — Somme spese per costruzioni mantenimenti e riattamenti di strade ed altre opere regie e provinciali nell' anno 1852.

PROVINCIE	STRADE ED OPERE — Regie: Mantenimenti.	Regie: Lunghezza di strade a mantenimento.		Regie: Costruzioni.	Regie: Riattamenti.	Regie: Compensamenti di danni.	Regie: Totale per provincia.	Provinciali: Mantenimenti.	Provinciali: Costruzioni.	Provinciali: Riattamenti.	Provinciali: Totale per provincia.
	Ducati.	Mig.	pal.	Ducati.	Ducati.	Ducati.	Ducati.	Ducati.	Ducati.	Ducati.	Ducati
Napoli	49544,32	72	4114	30331,41	30813,65	24975,09	135664,47	6940,00	16249,21	5532,60	28721,81
Ter. di Lav.	45090,89	224	3598	43732,69	25497,14	1852,15	116172,87	16526,79	7135,39	4329,76	27991,94
Princip. Ul.	16017,36	46	4823	12325,00	8699,80	1071,57	38113,73	2746,44	10200,00	4158,58	17105,02
Capitanata	22329,06	70	4531	2594,17	4019,80	509,47	29442,50	15076,71	7656,11	8618,73	31351,55
Ter. di Bari	19809,52	112	1231	2594,12	2422,96	» »	24826,60	14906,08	23352,10	13054,99	51313,17
Ter.d'Otran.	820,09	17	4430	7960,00	» »	20,14	8800,23	12185,29	18322,03	2463,73	32971,05
Princip. Cit.	16606,09	103	4163	9191,21	13984,61	153,24	39935,15	5558,32	5107,34	7139,98	17805,64
Basilicata	8625,72	72	1043	14449,97	4526,11	160,43	27762,23	4923,66	35509,94	2105,10	42538,70
Calab. Citer	5646,09	76	2618	5596,64	2781,47	2333,43	16357,63	2021,24	13488,00	6362,10	21871,34
Calab.Ul.2.ª	9019,36	99	3876	27745,13	1839,88	244,02	38848,39	2579,90	12272,58	4722,87	19575,35
Calab.Ul.1.ª	4142,22	31	1126	524,30	2523,56	1155,99	8346,07	1623,52	13042,35	2240,38	16906,25
Molise	12382,50	90	0836	21550,00	1787,64	» »	35720,14	942,22	6312,35	947,19	8201,76
Abruzzo Cit.	5445,56	31	5280	» »	2975,11	63,31	8483,98	3202,70	12086,20	4458,83	19747,73
Abr. Ult. 2°	1917,37	98	1258	15513,00	1907,01	2727,22	22064,60	» »	6500,00	405,00	6905,00
Abr. Ult. 1°	2412,53	45	2059	20084,36	2414,95	57,35	24969,19	1876,42	9578,35	767,00	2221,77
Totale gen.	219805,68	1192	2966	214192,06	106203,69	35303,41	575507,78	91109,29	198611,95	67306,84	355228,08

PROVINCIE	OPERE DI UTILITA' PUBBLICA									MAN…
	TELEGRAFO ELETTRICO	REGIA STRADA FERRATA	STRADE ED OPERE		STRADE EDIFIZÎ COMUNALI CAMPISANTI	EDIFIZÎ DELLA FINANZA	CHIESE DI PADRONATO			
			DI CONTO REGIO	PROVINCIALI			COMUNALE	ECCLESIASTICO	LAICALE	PIAZZE
Napoli	44 035, 05	44 782, 94	135 664, 47	28 721, 81	253 281, 73	91 734, 32	13 121, 27	8 989, 89	3 188, 52	5 13[illegible]
Terra di lavoro	»	»	116 172, 87	27 991, 94	97 912, 41	4 243, 90	1 276, 49	51 395, 83	7 252, 78	273 26[illegible]
Principato ulteriore	»	»	38 113, 73	17 105, 02	36 265, 67	»	2 352, 39	900, 00	2 221, 00	»
Capitanata	»	»	29 442, 50	31 351, 55	23 614, 16	17 468, 70	1 534, 22	400, 00	3 641, 74	»
Terra di Bari	»	»	24 826, 60	51 313, 17	45 047, 60	1 545, 91	2 950, 17	1 082, 55	2 285, 70	»
Terra d'Otranto	»	»	8 800, 23	32 971, 05	20 097, 51	»	1 555, 67	300, 00	534, 94	»
Principato citeriore	»	»	39 935, 15	17 805, 64	18 549, 86	2 079, 63	5 535, 81	971, 37	7 386, 78	»
Basilicata	»	»	27 762, 23	42 538, 70	18 224, 20	»	3 502, 62	4 848, 43	266, 38	»
Calabria citeriore	»	»	16 357, 63	21 871, 34	26 613, 98	»	2 086, 33	855, 00	695, 14	»
Calabria ultra 2.ª	»	»	38 848, 39	19 575, 35	19 762, 12	»	6 630, 12	129, 00	1 431, 64	»
Calabria ultra 1.ª	»	»	8 346, 07	16 906, 25	39 913, 73	»	7 551, 31	100, 00	»	26[illegible]
Molise	»	»	35 720, 14	8 201, 76	24 882, 64	»	4 712, 92	892, 16	2 115, 10	»
Abruzzo citeriore	»	»	8 483, 98	19 747, 73	5 963, 10	»	1 247, 03	1 820, 00	11, 92	500
Abruzzo ultra 2.º	»	»	22 064, 60	6 905, 00	28 217, 95	»	1 225, 19	800, 00	160, 00	»
Abruzzo ultra 1.º	»	»	24 969, 19	12 221, 77	8 424, 31	»	1 261, 65	1 400, 73	458, 44	»
Totale per Artic. duc.	44 035, 05	44 782, 94	575 507, 78	355 228, 08	664 770, 97	117 072, 46	56 543, 19	74 884, 96	31 650, 08	277 16[illegible]

LICE DI OGNI GENERE NELL' ANNO 1852.

IT. MILITARE		OPERE IDRAULICHE			INDICAZIONE delle principali costruzioni ESEGUITE NELLE PROVINCIE	TOTALE per PROVINCIA
CO RUZIONI MILI- I I						
IFIZÎ LITARI	STABILIMEN. di ARTIGLIERIA	PORTI BACINO e SCOGLIERE	CANTIERE e DARSENA	ARGINAZIONI di fiumi e BONIFICAZIONE		
839, 81	28 701, 08	182 368, 30	24 251, 50	»	Compimento di un bacino da raddobbo, con battello porta ec. Del braccio dritto del Molo militare, della ferreria, ed altre fabbriche in Darsena, in Pietrarsa e nel Cantiere di Castellammare.—Telegrafo elettro-magnetico da Napoli a Terracina.—Stabilimento di nuove macchine atte alla fabbricazione de'tabacchi in S. Pietro martire.—Installazione di nuove macchine e di nuovi edifizî nella Polveriera di Torre Annunziata.—Opere allo edifizio de'Granili.—Strada da Miano a Fuorigrotta, — Opere nella regia strada ferrata, in molti stabilimenti pubblici, in varie chiese, ec. ec.	979 453, 99
11 650, 70	4 000, 00	17 816, 86	»	43 759, 71	Novello Quartiere di Falciano.—Un Ospedale militare, varie Caserme e Padiglioni militari in Caserta.—Un nuovo Edifizio per Collegio militare e due Quartieri in Maddaloni.—La platea fondale del nuovo Bastione Annunziata e la batteria SS. Addolorata in Gaeta—La Chiesa di S. Francesco di Assisi in Gaeta—Una strada da Castellone a Gaeta con banchina, e scogliera.—Una strada da Sesto a Venafro.—Una strada da Succivo al fusaro Astracata—Opere al Ponte sospeso sul Garigliano, al bacino inferiore del Volturno, in varî edifizî comunali, in diverse Chiese.—Novello edifizio con Chiesa per convitto di fanciulli militari in S. Nicola La Strada ec. ec. ec.	797 739, 68
»	»	»	»	»	Opere in due Edifizî del Castello di Montesarchio.—Strade, dal Ponte di basso ad Avellino e da Avellino a Porta di ferro, da Bisaccia a Lacedonia; da Montesarchio al confine Vitulanese. —Opere nel Carcere Centrale e nel Locale de' Tribunali in Avellino, in varie Chiese, ec. ec. ec.	108 567, 81
800, 00	»	»	»	»	Strada da Cerignola al Ponte sull' Ofanto, da Lucera a S. Severo. — Un ponte sul Fortore a Civitate. — Opere, nella strada Appulo Sannitica, in quella di Manfredonia, nella Colonia di S. Ferdinando, nel palazzo e nella Chiesa del tavoliere di Puglia ec. ec. ec.	108 252, 87
»	»	»	»	»	Strade, da Canosa a Lavello, da Spinazzola alla Mediterranea, da Monopoli a Castellana, da Monopoli a Rutigliano ec. ec. Opere, nel Palazzo d'Intendenza, nelle Saline di Barletta, in varie Chiese ec. ec.	129 051, 70
2 932, 87	»	»	»	»	Strade da Ostuni a Brindisi, da Latiano a Francavilla, da Martana ad Otranto—Opere, pel porto di Gallipoli, nel Castello di Taranto nello Educandato degli Angiolilli, nel Carcere Circondariale, in varie Chiese ec. ec. ec.	68 057, 72
6 932, 87	»	»	»	»	Una polveriera a Scafati.—Lavori all' Agro Nocerino, al Ponte della Cava, alla Strada Materdomini, alla Strada di Scafati, in varie Chiese ec. ec. ec.	99 197, 11
»	»	»	»	»	Strade, dal ponte Aritiello a Matera, da Potenza per Vietri ad Auletta, da Lavello a Canosa, da Potenza a' piani di Bettelemme.—Un ponte sul Mercure.—Opere nel palazzo di Giustizia, nel 2.° Collegio in Potenza, in varie Chiese ec. ec.	97 142, 56
348, 14	»	»	»	»	Un ponte sul Crati.—Strada dal Ponte Mercuri per Mormanno a Campotenese.—Una traccia da Lungro alle saline di Altomonte.—Opere nelle strade di Spezzano Albanese ec. ec. in varî Edifizî pubblici, nelle Chiese di Cosenza, di Paola ec.	68 827, 56
»	»	»	»	»	Strada che da Montecucco e dall'Angitola mena a Soverato—Strada da Catanzaro per Cutro a Cotrone.—Opere nelle strade di Catanzaro, del Pesipe; nel Castello di Cotrone, nel palazzo d'Intendenza in varî edifizî pubblici ec. ec. ec.	86 882, 62
3 260, 77	»	»	»	»	Inalveamento del fiume Gudello.—Ponti sul torrente Annunziata sul fiume Torbido.—Opere nelle strade di Carovilla, di Torrecavallo, del Ionio; nell' Archivio, nell'Orfanotrofio Provinciale, nella Chiesa di Melito ec. ec. ec.	78 876, 45
»	»	»	»	»	Ponti sul Fortore, sul Calore, sulla Callora.—Carcere in Campobasso.—Opere in diverse strade, in varî Stabilimenti pubblici, nelle Chiese di Pietrampa ec. ec. ec.	76 524, 72
4 421, 06	»	»	»	»	Due ponti sull' Alento.—Opere di bonifiche intorno la Real Piazza di Pescara.—Opere nelle strade Istonia, di Popoli, del Tricalle, nelle Chiese di Taranta, di Bucchianico, nelle Fortificazioni e Caserme di Pescara, in varî edifizî pubblici.	40 194, 82
»	»	»	»	»	Allargamento della traccia da Pizzoli a Montorio.—Strade sulle Gole di Antrodoco, da Sora ad Avezzano. — Opere nelle strade di Castel di Sangro, nel Palazzo d' Intendenza; pel bonificamento del Fiume Velino, in varie Chiese ec. ec.	59 372, 74
»	»	»	»	»	Ponte sul torrente Fiumicello.—Strade di Montorio, di Noreta, di Catignano, di Atri.—Opere nel palazzo d' Intendenza, nel Carcere Centrale, nelle Chiese di Ponzano, di Pianella; in varî stabilimenti publici.	48 736, 09
46 186, 22	32 701, 08	200 185, 16	24 251, 50	43 759, 71	*Totale degli Articoli e delle Provincie.*	2 846 858, 42

Spesi per costruzioni eseguite nei dieci stabilimenti di Artiglieria pel Materiale di Guerra e per macchine a vapore occorrenti a' Reali Legni ed alla Regia Strada Ferrata . . . . duc. 330 000, 00

Spesi per costruzione e riattamenti di Legni della Reale Marina. . . . . » 164 000, 00 — 494 000, 00

TOTALE GENERALE DUCATI... 3 340 858, 42

GIURISPRUDENZA

PER L' ARCHITETTO E PER L' INGEGNERE (a).

Decisioni giudiziarie.

(N.° 49).

Il proprietario di un appartamento superiore ha dritto di sovraimporre nuove costruzioni alla sua casa, senza che vi consenta il proprietario inferiore, quando le sottoposte fabbriche sien capaci di tollerarne il peso.

Attesochè l' appartenenza della proprietà di un edificio a più persone, non potrebbe dar luogo a condominii ed indivisioni, fuori de' casi tassativamente espressi dalla legge, senza contravvenirsi al principio movente dell'attual sistema di legislazione, che, aborrendo da tali promiscuità, favorisce la libertà del commercio, e ne facilita le contrattazioni: art. 8 leg. civ.; L. 14 D. de leg.

Attesochè, se i tetti ed i muri maestri di tali edifizi sono proporzionatamente a carico di tutti i proprietarî di appartamenti soprapposti gli uni agli altri, non da legale comunione degli appartamenti suddetti deve perciò ripetersi una disposizione siffatta, ma da principio diverso, quale si è quello della convenienza di far risentire a tutti la spesa che concerne la conservazione dell' edifizio comune, alla quale debbono pur tutti essere interessati: art. 585 leg. civ.

Attesochè, distinte di conseguenza le proprietà soprapposte l' una all' altra, non saprebbe negarsi ai rispettivi proprietarî il dritto di far uso della propria cosa come meglio lor talenta, e d' estollere o di profondare le costruzioni secondo che appartiene loro la parte superiore o l' inferiore dell' edifizio: art. 477 leg. civ.

Attesochè questa facoltà non è ristretta da altra condizione che da quella del danno che l' altro proprietario potrebbe risentirne. La regola onde a niuno è lecito eseguire, fuori de' casi della legge o del patto, cosa a sè giovevole ma ad altri dannosa, espressa nel comune adagio: nemo locupletari potest cum aliena jactura, *trova nel rincontro un'applicazione anche più positiva nell' art. 562 leggi civili, e nella L. 24 Dig. de Servit. præd. urb.*

Attesochè le parole stesse, ond' è questa legge concepita: cujus ædificium jure superius est, ejus est in infinito super suum ædificium imponere, dummodo inferiora ædificia non graviore servitute oneret quam pati debent, *non permettono che la gravità della servitù possa altrimenti intendersi, che per un danno positivo e compromettente il dritto medesimo di proprietà dell' altro comproprietario, mentre se di semplice maggior gravità dovesse tenersi conto, non potendo ogni più lieve sovraimposizione non indurre carico più grave, vana riuscirebbe la disposizione permissiva quivi contenuta.*

Attesochè questa idea rifulge ancora più chiara, quando si pon mente, come nell' attual maniera di costruire nelle grandi città gli edifizî privati, il decoro della città stessa e le convenienze di moltiplicare in ispazio assai breve le abitazioni, consigliano, a differenza di altri tempi meno a noi vicini, una diversa maniera di giudicare sul proposito.

Attesochè non poggia che a questo principio, ed è un caso più grave, poichè, con la costruzione di altro muro contiguo, anche avrebbe potuto ottenersi l' intento, la facoltà data al proprietario contiguo di rendere comune il muro divisorio, e di farvi incavi ed appoggiarvi opere nei modi di legge (art. 582 e 583 leggi civili) quando, riguardato astrattamente, non avrebbe potuto il diritto di proprietà piegarsi a tanta modificazione, ove considerazioni di ben più alta importanza non ve lo avessero sottoposto.

Attesochè, infine, ogni altro argomento desunto dalla comunione degli edifizî, cade in faccia alle osservazioni che escludono tale comunione. — Gran Corte Civile di Napoli. — Decisione del 27 febbraio 1851. — Causa Perfumo e Boccia (b).

(N.° 50)

Il divieto di aprir vedute dirette sul fondo del vicino alla distanza minore di palmi dodici, non cessa allorquando tra i due fondi intercede una pubblica strada.

Attesochè l'art. 599 delle leggi civili è così concepito. « Non » possono aprirsi vedute dirette o finestre a prospetto, nè » balconi o altri simili sporti sul fondo chiuso, o non chiuso » del vicino, se tra il detto fondo, ed il muro in cui si » formano le dette opere, non vi è la distanza di palmi 12. »

Attesochè la dizione di tale articolo manifesta il divieto con chiarezza in termini generali e senza alcuna limitazione od eccezione qualunque. Esso esiste sempre che non vi sia la distanza di palmi 12, senza distinguersi se lo spazio che forma tale distanza sia suolo pubblico o privato. La gran Corte civile di Napoli però ha giudicato nella specie, che Tommaso Greco possa aprire vedute dirette e finestre a prospetto sul fondo dei signori Tiriolo (c) *nella distanza assai minore di palmi 12, sol perchè v'intercede la pubblica strada.*

Per quanto può raccogliersi dalle considerazioni della decisione impugnata, si è creduto stabilire siffatta eccezione su' seguenti motivi. 1. Perchè, per esservi servitù di prospetto, è necessario che la vicinanza sia immediata, *e non* mediata, *sì perchè, adoperandosi la parola vicino, il Legislatore ha parlato del* vicino immediato, *non del* mediato, *e sì perchè, coll' art. 601, si suppone, che i* fondi siano

(a) Vedi Anno I.° p. 75 e 156 ed Anno II.° pag. 41, 93 e 130.

(b) Per questa quistione la giurisprudenza non è costante, ed anzi la maggior parte delle decisioni, di cui riporteremo qualcuna ne' fascicoli seguenti, sono nel senso contrario.

(c) Questo arresto annulla una delle decisioni da noi citate nella nota (a) pag. 42.

Nello stesso senso sono anche gli arresti da noi riportati n.° 2, 3 e 4 Anno I. pag. 75.

separati da una linea non mediata da spazio, *ritenendosi per uno de' termini della distanza la linea di separazione de' due fondi. 2. Perchè nelle pubbliche strade, la legge, art. 602, non vieta le vedute dirette, nè vieta le grondaie, o qualunque altro getto. 3. Perchè il divieto di aprire tali vedute nella distanza minore di 12 palmi, renderebbe buie e deserte le pubbliche strade, le quali inservono al comodo, e al decoro degli abitanti e delle città. 4. Perchè finalmente, colla legge de' 21 giugno 1826 erasi data una solenne interpetrazione al citato art. 599, tostocchè il legislatore, vietando le aperture a qualunque distanza rimpetto ai monasteri, soggiunge, quando i predii fossero separati da strada.*

Attesochè il primo motivo offre manifestamente un'aggiunzione all'indicato art. 599, si oppone alla lettera del medesimo, e al fine del divieto che contiene. Si oppone alla lettera, poichè la parola immediato *non è unita a quella di* vicino, *nè vedesi adoperata in alcun altro luogo dell'articolo. Si oppone al fine del divieto, poichè esso colla stabilita distanza hà voluto evitare gl' inconvenienti, i pericoli che l' introspetto apporta alla sicurezza, alla tranquillità, alla pace domestica, ed alla purità de' costumi: ha voluto frapporre degli ostacoli alle intraprese malvage ed alla curiosità importuna di vicini maligni o indiscreti. La qualità dello spazio che si frappone, non può alterare il divieto, poichè non può ritenersi, senza far onta alla sapienza del Legislatore, di aver voluto allontanare gl'inconvenienti, i pericoli dell' introspetto quando il suolo che intercede sia privato, e lasciarli sussistere quando sia pubblico. L' articolo poi 601 dà solamente le norme onde misurare le distanze fissate nel surriferito art. 599 e nel susseguente 600, e sarebbe un contorcimento del suo senso e della sua lettera, anzi una strana aggiunzione vedervi distinto il caso dell'esistenza di una strada pubblica, e la separazione di* una linea non mediata *da spazio. Neppur favorisce il giudizio della G. Corte l' articolo 602, contemplando esso solo la costruzione de' tetti per lo scolo delle acque piovane, e nulla disponendo per le vedute. I balconi, le finestre, e i di loro ornati possono influire allo abbellimento delle pubbliche strade, ma la di loro mancanza non le rende buie, mentre tali aperture, al certo, servono ad illuminare gli edifizî e non le strade, le quali rendonsi più o meno luminose a seconda della di loro disposizione ed ampiezza. Ma sia qualunque il peso di queste considerazioni, esse non possono aversi dal Magistrato, quando non le ha avute il Legislatore, il quale, nel sanzionare il divieto, si è determinato, come si è testè marcato, per motivi di più alta importanza e di maggior interesse. Infine, la legge del 21 giugno 1826 non offre l' argomento desunto dalla G. C. in sostegno del suo concetto. In essa è dichiarato, che per questa specie di servitù, nel rapporto de' Monasteri, non si darà luogo alla regola della distanza, ma all'unica condizione dell' introspetto. Quindi, la dichiarazione, che la proibizione di tale introspetto sussiste quando anche v' intercede la pubblica strada, riferma la idea del legislatore di non volerlo permettere, qualunque ne fosse la distanza, ma da essa non può ragionevolmente desumersi di cessare in questo caso il divieto contenuto in altra legge, e nel rapporto de' fondi de'privati.* ec.

Corte Suprema di Giustizia di Napoli. — Arresto del 19 giugno 1852. — Causa Tiriolo e Greco.

(N.° 51.)

Per la medesima quistione, in altra causa, la Gran Corte Civile, discutendo se *la distanza per le vedute o finestre a prospetto, richiesta dall'art. 599 L. C. va limitata al caso in cui lo spazio intermedio sia occupato da una proprietà privata, o si estende a quello altresì in cui la sia da una strada pubblica,* osservava

Che, si stia alla espressione, *o pure allo* spirito *della legge, la disposizione dell'articolo 599 non può che comprendere amendue i casi.*

Che, a cominciare dalla espressione, *sia facile il vedere come il suo tenore, ove non si voglia impropriare il valore delle parole, e scinderne il complesso, escluda qualsivoglia distinzione. E veramente, la generalità della locuzione, usata in quell' articolo, chiaro dimostra, avere il legislatore unicamente parlato dello introspetto nel fondo del vicino come scopo della sua proibizione, senza tener conto della qualità dello spazio* intermedio, *che costituiva la distanza quivi prescritta. Così trascurata, in rapporto al* mezzo, *ogni distinzione che non potea menare ad utile risultamento, egli non espresse che il* fine *in che riponeva tutta la essenza della sua proibizione.*

Che vanamente si obbietta essere nella espressione « veduta sul fondo del vicino » *implicita la* contiguità *de'due fondi; da che nè il* vicino *è sinonimo del* contiguo, *nè il* vedere sul *fondo altrui importa* per necesse *il guardare in direzione* perpendicolare.

Che a prescindere dalla proprietà del linguaggio giuridico, che adibisce la voce vicino *in rapporto ai* possessori, *e non ai* poderi, *non si è mai inteso, che la vicinanza di due fondi dovesse necessariamente comprendere la loro* contiguità. *Quindi il Bartolo, chiosando la L. 6* de aqua et aquæ pluv. *rileva alla base di altre leggi, dirsi vicini i proprietari di due fondi* quosque vox hominis acclamantis, exaudiri potest; quod de voce comuni accipiendum est, non nimis gracili, nec tubali, aut taurina. *La quale definizione evidentemente esclude* la necessità del contiguo; *onde il* Noodt, *distinguendo l' uno dall' altro, ebbe a notare:* sed ut prædii servitus sit, oportet prædia vicina esse. Vicinam tamen eam non tam suadeam prædiorum contiguitate æstimari, quam opportunitate utendi servitute, nam vicina etiam sunt quæ intermedium habent prædium aut montem, quo non impediatur usus servitutis, *ad Pand. Lib. VIII tit. 4.*

Che la contiguità, *esclusiva della strada* pubblica *intermedia, neppure potrebbe risedere nella espressione* sul, *quasi*

il vedere sul *fondo del vicino importasse guardare* perpendicolarmente *su lo stesso. La preposizione* sul *è destinata ad indicare ogni azione che l'occhio esercita sopra un oggetto esterno, sia* verticale, *o pure* orizzontale *la direzione che prende nel guardare. E quando dovesse limitarsi ad indicare la sola* verticale, *accennerebbe tutto al più un oggetto* sottoposto ; *ma il* sottoposto *non è sinonimo del* contiguo, *potendo un oggetto* sottostare *all'occhio di chi guarda, senza essere immediatamente* attaccato *al punto dal quale si guarda.*

Che la lettera dell'art. 599 esclude qualsivoglia appiglio, quando alla espressione generica *della veduta aggiugne la* specifica, *cioè il* prospetto sul *fondo del vicino. È risaputo che il* prospicere *improntato dal dritto latino importi, secondo il valore della parola, il guardare* ex adverso, *ed in direzione più* orizzontale *che* verticale. *Il dare all'occhio una direzione assolutamente verticale, si esprimeva con la voce* despicere. *Ora avendo il legislatore usata una espressione indicante la veduta* orizzontale, *dovrebbe sforzarsi il valore proprio della parola per trasportarla a significare il vedere perpendicolare, ed avere così un pretesto onde confondere cose distintissime tra esse, quali sono il* vicino *ed il* contiguo.

Che derivi dalle sposte osservazioni essere il linguaggio dell'art. 599 leg. civ. non solo generico, *ed* indistinto, *ma formolato altresì nel* disegno *di escludere la* distinzione, *che vorrebbe farsi.*

Che non è lecito aggiugnere alle prescrizioni della legge. Ed ove, essa potendo fare una distinzione, l'abbia espressamente esclusa, non è dato al Magistrato l'indurla contro il tenore della sua disposizione, nemo est lege sapientior.

Che alla lettera *corrisponda lo* spirito *della legge, è facile a ravvisarsi, ove si premettano talune generali avvertenze, che possono ridursi alle seguenti.*

1. Dall'appartenere una legge al genere delle proibitive, *non siegue che si abbia a restrigerne la intelligenza tra cancelli più stretti di quelli, che le sono circoscritti dallo* scopo *cui mira il suo divieto. Nasce di qui che ove sia diretta alla conservazione fisica e morale della società, non può che comprenderne* tutt' i casi, *i quali cadono sotto la influenza de' suoi motivi, comecchè non siano* espressi *dal legislatore. Quindi il Domat avvertiva essere uffizio del Magistrato* applicare *simili leggi* non solum ad ea quæ expressis earum dispositionibus videntur considerata, verum etiam ad omnes casus eos, quibus justa earum fieri potest applicatio et qui reperiuntur vel in expresso legis sensu, vel in consequentiis quæ inde possunt deduci. *Tract. de legibus, Cap. XII N. 17.*

2. Le disposizioni del dritto privato *sono talvolta suggerite da motivi di* pubblico interesse : *e spesso accade che a determinarne la intelligenza* concorrano molti *di questi motivi. Può sorgere allora una specie di* collisione *tra essi ; il che si verifica quando i risultamenti della rispettiva influenza siano non solo diversi, ma contrarî tra loro. In tal caso conviene indagare quali tra essi debbano* prevalere *su gli altri. Così, per le leggi che regolano la forma de'fabbricati, non si può scorgere quali furono i veri motivi che le determinarono, senza distinguere i* principali, *che sono della* essenza *della società, dai* secondarî *ed* accidentali *in quanto si riferiscono alla sola* forma esterna. *Figurano tra i primi quelli che tendono a conservare* l'ordine morale *della società col garentire la* sicurezza *de'domicili : la* tranquillità *delle famiglie ; la* onestà *de' costumi ; la* salubrità *dell'aria ; i mezzi necessarî a rimuovere il pericolo della comunicazione di un* incendio, *ed altri simili. Questi motivi hanno un carattere di* necessità, *da che, senza i vantaggi che assicurano, la società non potrebbe che andare al suo scioglimento. I secondari poi son quelli che mirano a render più bella e regolare la* forma *esterna di una città ; e questi non può negarsi che abbiano un carattere di* semplice utilità, *potendo, senza il loro soccorso, sussistere la società in una forma* diversa. *Or nella collisione degli uni con gli altri motivi, sembra evidente che debbano i* primi, *in preferenza de'* secondi, *determinare il senso e la latitudine della legge.*

3. Principale uffizio del dritto pubblico *si è la tutela del dritto* privato. *Di qui la conseguenza che non potrebbe, senza tradire la sua missione, tendere al fine di paralizzare e rendere inutile le disposizioni di quel dritto, massime quando sieno determinate da motivi di* pubblico interesse. *V' hanno de' casi in cui dee al* privato *prevalere il dritto* pubblico *ed il* municipale ; *ma questi non possono essere suppliti dal* Magistrato. *Debbono invece, come si osserva nei diversi luoghi delle nostre leggi civili, esser la materia di* speziale *ed* espresso *provvedimento del legislatore. E quando una disposizione di dritto* privato *non è* subordinata *alle prescrizioni del dritto* pubblico *o* municipale, *ciò importa che i due dritti procedono già di accordo tra loro, salvo al legislatore il provvedere* spezialmente *ove una collisione venisse a sorgere per peculiari circostanze.*

4. Le nostre leggi civili costituiscono un Codice patrio, *il quale, nelle materie che non sono una* nuova introduzione *del Francese, va interpetrato con la nostra legislazione precedente, e con gli usi che si trovavano in vigore presso di noi prima della pubblicazione di quel Codice. Il che dee principalmente ritenersi quando abbiano portata al Codice de' Francesi alcuna modificazione che accenni il* ritorno *ad un principio che regolava la nostra patria giureprudenza.*

Che al seguito delle avvertenze esposte fin qui, e col soccorso dell' elemento storico, sia regolare il dimostrare, come la distinzione *che vorrebbe indursi nel divieto dell' art. 599 sia espressamente esclusa dal fine, e dallo spirito di quella disposizione.*

Che i motivi dai quali muove il dettato dell' articolo son compendiati nella Costituzione dell' Imperator Zenone. L. 12 § *2* de ædific. priv. *confermata da Giustiniano, L. 43 Cod. cod. Nov. 63 e da cui presero origine la nostra con-*

suetudine Si quis habet , *e le altre invalse in diversi luoghi di Europa. In essa la distanza di dodici piedi* intermedî *è richiesta* , ut magnam habitantes habeant serenitatem , et ne angustiora sint domorum intervalla ; *e non può rivocarsi in dubbio che questi generali fini siano diretti a tutelare quei* vantaggi , *pei quali si è veduto di sopra conservarsi l' ordine* morale *della società.*

Che questo scopo medesimo passò in tutta la sua latitudine *nelle nostre Consuetudini, che vennero indistintamente applicate ed al caso della* privata *proprietà, ed al caso della* pubblica *strada intermedia. E la limitazione attribuita al Napodano , fu , perchè creduta erronea , sempre eliminata dal foro , e dalle scuole , come si può vedere appo il Maffei , il Valletta , il Sorge , il de Rosa , ed altri riputatissimi scrittori di quel tempo.*

Che nella stessa Francia la opinione che sostiene essere il caso dello spazio intermedio occupato da pubblica *strada una eccezione al divieto dell' articolo , non può dirsi generalmente seguita* (a). *E veramente, comunque i compilatori di quel Codice , seguendo la consuetudine di Parigi , avessero dimezzata a sei piedi la distanza prescritta da Zenone, pure la* indistinta *applicazione del corrispondente art. 678 è, nel senso di quella Costituzione , sostenuta da profondi interpetri , e da gravi esempi di cose giudicate. Si può pei primi scontrare il* Zacchariae , *che vale solo per tutti gli altri. E in quanto a' secondi , la decisione renduta dalla Corte di cassazione di Francia il dì 25 di novembre 1816, che prende di proposito a confutare la opposta opinione.*

Che nel riformarsi quel Codice , presso di noi venne riprodotta la distanza della Costituzione di Zenone appunto perchè si avvertì essere necessario sia per la salubrità dell' aere , sia per la pace delle oneste famiglie , non comportando i nostri costumi tanto contiguità di abitazione e d' introspetto. *Le quali parole scritte nel processo verbale della discussione dell' art. 599, (* Amorosi *nelle note al Duranton) , evidentemente annunciano che , con la distanza* maggiore , *si ebbe in pensiero di evitare ,* indistintamente *e nel più* largo *modo , tutti gl' inconvenienti che rendevano necessario il provvedimento della proibizione , fossevi nello spazio intermedio un podere* privato , *o pure una strada* pubblica.

Che a capo di tutto ciò indurre una limitazione nell' articolo, sol perchè sia proibitiva *la sua disposizione, sarebbe lo stesso che rendere* imprevidente *la legge, e non farle conseguire il suo intero scopo. In effetto il non serbare la distanza di palmi 12 nel caso della* pubblica *strada intermedia, renderebbe offensivo al pudore lo sguardo indiscreto del vicino : violerebbe il segreto delle famiglie , dando all'abitatore esterno la opportunità di ascoltare i discorsi che si fanno in casa ; diminuendo la sicurezza del domicilio, porterebbe coll' occhio anche il* piede *del vicino nella prossima abitazione ; e restringendo soverchiamente lo spazio intermedio , il che non potrebbe vietarsi , farebbe sì che l' aria non venisse purificata dalle malsane esalazioni, spezialmente nelle popolose città , ed , in caso d' incendio, che si comunicasse facilmente il fuoco da una casa all' altra.*

Che così i motivi della distanza, essendo diretti a garentire l' ordine morale *della società , non può ritenersi che li avesse il legislatore , nella ipotesi della strada interposta , fatti tacere per dar luogo ai* secondarî , *che si riferiscono alla semplice* forma esterna del fabbricato. *In tal maniera, per rendere più* venusta *una città , avrebbe permesso che si verificassero inconvenienti atti a disciogliere la società nella sua essenza.*

Che ciò anderebbe osservato, ove gli enunciati motivi fossero in collisione *tra essi. Ma è forza convenire che , a rendere illimitata ed indistinta l' applicazione dell'art. 599, concorrono i motivi dell' uno e dell' altro genere ; cioè sì i* principali, *che i* secondarî. *E certamente , per non parlare ulteriormente dei primi, la quistione per rispetto ai secondi potrebbe risedere nel se meglio si consegua* l'ordine, *la* bellezza , *l' allegria di una città , quando le* strade , *per essere soverchiamente strette, gli edifizî toccansi quasi fra loro , o quando sieno più* larghe *le une , ed a discreta distanza gli altri. E qui non può negarsi che una strada più larga , rende più ampio, più agevole , più sicuro il passaggio , non opprime il passeggiero ; e meno s' ingombra di lordure. Al contrario le strade, in cui sono gli edifizi strettamente vicini fra loro , non fanno che deturpare la forma della città , e basta imbattersi in uno di questi luridi viottoli per rattristarsi, e desiderare che a più convenevole larghezza venisse portato.*

Che le cose ragionate già dimostrano , come , nella quistione di che si tratta, il dritto pubblico si associa col privato nel richiedere , ne angustiora sint domorum intervalla , *anche nel caso che siano le abitazioni separate da pubblica strada. Nè il ragionamento che fanno gli scrittori francesi , per sostenere il contrario , vale a mettere in disaccordo i due dritti nel caso figurato. Ed in vero , non si nega che coloro i quali passano sieno talvolta dalle finestre che sono su le strade avvertiti di essere sotto l' occhio del pubblico. Ma trasformare questa opportunità in una necessaria sorveglianza da esercitarsi per le finestre onde garentire l' ordine su le strade , e farne indi discendere il bisogno di autorizzare l' apertura a qualsivoglia benchè minima distanza , sembra pensato più per illudere che per persuadere. E primamente, la necessità che si trae da tale avvertenza suppone gli edifizi che costeggiano una pubblica strada esser* tutti ciechi : *il che è difficile a verificarsi. In secondo luogo , gli scrittori che seguirono quel divisamento non ebbero la occasione di prevedere che, dalle aperture su le pubbliche strade , l' ordine della città, siccome può esser garen-*

(a) Vedi il n.° 34 delle decisioni giudiziarie pag. 42 e la nota (a) ivi, donde apparisce quasi stabilita ora in Francia questa opinione.

tito, possa del pari essere sconvolto. Da ultimo, le leggi son fatte pei casi ordinarî, *ed in questi, la conservazione dell'ordine su le strade essendo principale uffizio de' provvedimenti di* polizia, *non dovea il legislatore occuparsene nel* dritto privato. *D'altronde se avesse creduto che il divieto dell'art. 599 non dovea procedere nel caso della strada intermedia, lo avrebbe espressamente dichiarato. Ma egli non lo ha fatto, ed il suo silenzio dimostra che, nello stato* normale *delle cose, non vi era alcun rapporto sotto il quale potesse quella disposizione del dritto* privato *venire in collisione col* pubblico; *salvo il provvedere ai casi singolari che avessero potuto* straordinariamente *verificarsi.*

Che la materia del detto articolo, non essendo una nuova introduzione che ci sia venuta da' Francesi, cessi il bisogno di ricorrere alla divergente opinione degli interpetri di quel dritto. Per noi non si hanno a consultare, che la costituzione di Zenone, la consuetudine Si quis habens, *e lo stato della patria giureprudenza anteriore alla pubblicazione delle nuove leggi. Le quali per la modificazione portata all'art. 678 del codice abolito, vennero, siccome si è veduto, sicuramente informate dallo stesso spirito.*

Che infine non giovi riportarsi al decreto de' 21 giugno 1826 relativo allo introspetto nei monasteri, *quasi il fare* espressamente *in quello procedere il divieto*, anche quando i predî fossero separati da strade, *importasse non avere il legislatore voluto comprendere lo stesso caso nella disposizione dell'art. 599. Da una parte, il decreto del 1826 non appone al divieto la condizione limitativa di* certa distanza, *come in quello dell'art. 599, ma lo sanziona in modo assoluto; sia qualsivoglia la distanza, e lo spazio intermedio.*

La illimitata *proibizione rendeva opportuno, se non necessario, lo spiegare che il caso di una strada intermedia, comecchè spaziosa, non alterava la prescrizione della legge; e ciò nel fine di rendere manifesto il carattere illimitato della sua disposizione. Lo stesso non può dirsi dell'art. 599, da che, essendo in esso espressamente* limitata la misura *della distanza, avrebbe dovuto il legislatore* limitare *benanche lo scopo della proibizione, ove avesse creduto escluderne il caso in cui fosse lo spazio intermedio occupato da pubblica strada. D'altra parte, la Prammatica II* de monialibus, *di cui il decreto de' 21 giugno 1826 non è che la riproduzione, ed i decreti de' 15 gennaio 1831 e 6 giugno 1832 che furono una conseguenza dello stesso principio attaccato a quello del 1826, non fanno alcuna menzione di* strade *interposte.* Il *che dimostra essere stata un'* esuberante *cautela il farne motto in quello del 1826, sicchè, non facendosi, avrebbe il divieto prodotto quei medesimi effetti che produceva per lo innanzi la Prammatica* de monialibus. *Ma dalle nimie indicazioni corse in una legge non si argomenta, nè si potrebbe dalle stesse prender norma, senza impropriarne la natura ed esporre le altre leggi al pericolo di avere per esse alterata la loro giusta e non equivoca intelligenza.*

Che, a conchiudere su le premesse osservazioni, sia da dire essere la proibizione dello introspetto, *se non* assoluta, *il che non si poteva, almeno* discreta *ed in quanto lo sguardo curioso ed importuno può recar molestia al vicino, l'unico obbietto dell'art. 599,* pubblico o privato *che sia lo spazio della distanza. Nello che il nostro articolo non fa che identicamente proporsi lo stesso antico scopo espresso nella consuetudine* si quis habens *con le parole*, ita quod aspectus haberi non possit supra domum vicini. — *Gran Corte Civile di Napoli. — Decisione del 9 agosto 1851 — Causa Zanchi e Risolti (a).*

(N.° 52.)

L'appaltatore costruttore di un immobile sul suo proprio suolo, non è responsabile de' vizî di costruzione e difetti riconosciuti in questo immobile venduto a suo danno per espropriazione forzata.

Questa grave quistione, nella quale la giurisprudenza non offre antecedenti si presentava nelle seguenti circostanze.

Un appaltatore avea costruito nel 1839 per suo conto sul proprio suolo, una casa del quale è stato espropriato nel 1842.

Nel 1843 i vizî di costruzione più gravi si son manifestati in questa casa; un rapporto di periti li ha riconosciuti ed ha valutato l'importare del danno. L'espropriante ha domandato l'omologazione del rapporto ed il pagamento della somma. Rigettata la domanda e prodotto appello, la Corte ha esaminata la quistione, se l'appaltatore, esonerato dalla garentia della cosa venduta per l'art. 1649 C. C. (1495 L. C.) lo era pure dalla garentia della cosa venduta per l'art. 1792 e 2270 del medesimo Codice (1638 e 2176 L. C.) per la ragione di aver costrutta a proprio uso la casa.

La quistione è stata risoluta affermativamente, per motivi diversi però da quelli della prima istanza, e fondati sul principio che gli art. 1792 e 2270 stabiliscono la responsabilità degli appaltatori nel solo caso che essi trattano con un proprietario che li adopera. — *Corte reale di Parigi.—Arresto del 3 dicembre 1846 —Causa Brugnier e de Sassenay.*

Decisioni amministrative

(N.° 42)

Un appaltatore, non può ritornare su' prezzi da lui accettati sotto pretesto di errore o di omissione nelle analisi. In conseguenza l'errore commesso sulla distanza di una cava non può dargli azione ad indennità. — *Consiglio di Stato di Francia. — Decreto del 4 giugno 1852. — Causa Chovelon.*

(a) Questa decisione è stata resa nella stessa causa di quelle da noi riportate a' n.° 3 e 4, Anno I.° pag. 75.

(N.° 43)

Gli appaltatori delle opere pubbliche possono esser soggetti a pagare delle sovvenzioni speciali in ragione delle degradazioni straordinarie che essi arrecano alle vie vicinali in conseguenza del trasporto de'materiali necessarî a' loro lavori. — Queste sovvenzioni debbono esser fissate per anno secondo le degradazioni commesse dal 1.° gennaio al 31 dicembre, e non già esser regolate in ragione delle degradazioni prodotte durante una parte di un anno ed una parte dell' anno seguente. — *Consiglio di Stato di Francia. — Decreto del 18 giugno 1852. — Causa Hébert.*

(N.° 44)

L' ostacolo prodotto dallo stabilimento degli argini di un canale allo scolo delle acque di una proprietà, costituisce un danno permanente che dà luogo ad indennità. — Questa indennità può esser regolata tanto pel passato che per la diminuzione di valore futura della proprietà, che risulterà dal novello stato de' luoghi. — Non è però dovuta indennità pel danno che lo scavo di un fosso o controcanale può cagionare ad una proprietà vicina tagliando le vene d' acqua che si diramavano sotto il suolo e fertilizzavano le terre. — *Consiglio di Stato di Francia. — Decreto del 26 giugno 1852. — Causa Compagnia del Canale di Beaucaire e Jallaguier.*

MISCELLANEA.

Antichità di S. Domingo. — Sir B. Schomburgck console inglese a S. Domingo ha scoperti de' vestigi degli antichi abitanti dell' isola, fra i quali è un cerchio di granito di 2270 piedi di circonferenza e 21 piedi di altezza. Nel mezzo di questo cerchio è posto un idolo, anche di granito, di circa 6 piedi di lunghezza.

(Civil Engineer and Architect's Journal.)

Borsa di Anversa. — Questo edifizio sarà coperto da una cupola di cristallo e ferro disposta in modo da rappresentare un mappamondo. I meridiani ed i paralleli saranno formati dalle spranghe di ferro, fra le quali i paesi saranno rappresentati in colori sul cristallo.

(Civil Engineer and Architects' Journal.)

Arginazioni de' Paesi Bassi. — L' interesse che suscitano queste operazioni c' induce a raccogliere pochi fatti ad esse relativi pel vantaggio de' nostri lettori. Il regno di Olanda come anche una gran parte de' Paesi Bassi adiacenti è senza dubbio formato da' depositi di materiale di alluvione trascinati dalle contrade superiori della Germania e della Francia dal Reno, dalla Mosa e dalla Schelda, e che, respinti indietro dalla pressione de' venti e delle maree dell' oceano germanico, han formato numerosi banchi di sabbia alle loro foci. Si crede che l' immenso deposito del banco di Dagger, che oltrepassa 1100 miglia quadrate di estensione, sia formato dall' incontro o dalla confluenza delle maree degli oceani Atlantico e Germanico in quelle vicinanze. Questi banchi di sabbia sono gradatamente elevati da' depositi di materia argillosa e vegetabile, finchè essendo coperti di erbe essi sono arginati contro il mare, e vengono allora chiamati *schorres* o *polders* nell' Olanda e nel Belgio. Questi *polders* sono d' ordinario circondati da pianure di sabbia poco elevate, al disopra delle quali di rado si alzan le maree, ed ivi generalmente si crede sieno state cominciate le prime arginazioni. Epperò i *polders* sono terre acquistate sul mare o sui fiumi per mezzo di argini alti abbastanza per guarentirle dalle più alte maree. Prima delle arginazioni i Paesi Bassi erano intersecati da cale o bracci di mare, alcuni de'quali di grande estensione e profondità che formarono i porti di Ostenda, Nieuport e Damme che eran dapprima più profondi che non sono al presente. A queste diverse cause di naturale distruzione la mano dell'uomo non ha poco contribuito. L' epoca delle prime arginazioni è incerta; le più antiche sono attribuite a' Danesi e Normanni nell'anno 836 durante la loro invasione della Zelandia. Le antiche cronache di Zelandia affermano che le isole di Walcheren e Schowen non solo eran già acquistate sul mare prima dall' anno 833 ma eran coperte di numerose case e villaggi. Ma le isole di Duveland, Beveland settentrionale e meridionale, Wolfersdike e Tholen non furono interamente guadagnate che dopo l' anno 850. Le arginazioni non furono però sempre coronate dal successo, e le disastrose inondazioni avvenute in diverse epoche sulle terre che fiancheggiano la bassa Schelda, a cominciare dall'anno 820, formerebbero una penosa storia di distruzione operata dalle mani dell' uomo e da quelle della natura. Le terre di alluvione che ora si propone di arginare sone situate nel canale che comunica tra la Schelda orientale e la occidentale e che separa l' estremo est dell' isola di Beveland meridionale dall'estremo ovest del Brabante settentrionale. Tutta l' estensione di terreno che rimane scoperta alle acque basse delle maree di primavera, non è meno di 40 000 acri inglesi, talchè in quest' epoca la profondità di acqua nel canale è appena di due piedi, e questo sarà ben presto interamente a secco ad acque basse. Questo vasto deposito di alluvione si va gradatamente elevando da' due lati del canale, ed altro non si richiede che di chiudere la comunicazione nel mezzo mediante una diga perchè tutto sia rapidamente asciugato.

Nel 1846 un progetto fu presentato ed una concessione ottenuta da un intraprendente gentiluomo di Middleburgh nell' isola di Walcheren, il sig. Dick Dronken, per costruire un canale ed una strada ferrata da Flushing, pas-

sando per Middleburgh ed attraversando il canale dello Sloe che separa l' isola di Walcheren dal Beveland meridionale e settentrionale, per mezzo di un argine di circa un miglio e mezzo di lunghezza, largo 40 piedi ed elevato di 13 piedi dalle alte acque. La linea di strada ferrata doveva esser condotta lungo tutta l' isola di Beveland meridionale e quindi attraversare il canale della Schelda orientale per mezzo di un simile argine di cinque miglia di lunghezza, e così raggiungere la terra ferma presso il villaggio di Woendrecht, lasciando un' apertura nella linea del canale pel passaggio de' vascelli. Fu nel 1846 che il sig. G. Rennie, chiamato a dire la sua opinione, avendo esaminata la contrada, riferì che il progetto non solo era eseguibile, ma che presentava inoltre i vantaggi della diretta comunicazione della strada ferrata e del canale tra l' Inghilterra ed il continente; esso avrebbe cagionato vaste accumulazioni di terra di alluvione negli estuarî dello Sloe e della Schelda, passaggi i quali, chiusi come egli proponeva, non solo avrebbero giovato alla Schelda occidentale ed avrebbero aiutato a spazzare molti de' banchi d' arena che ora ne ostruiscono lo sbocco, ma sarebbero stati un mezzo di guadagnare vasti tratti di pregevoli terre, eguali in estensione a 40 000 o 50 000 acri inglesi, e tali da pagare l' intero costo della strada ferrata ». Egli proponeva inoltre di continuare il canale di Middleburgh a traverso dello Sloe e de' passaggi, e così aprire una più diretta comunicazione fra Flushing e Rotterdam, per mezzo della quale le difficoltà ed i pericoli della presente comunicazione fra Rotterdam ed il mare sarebbero evitati. Questi progetti furono in quel tempo arrestati da' disastri occorsi nelle azioni delle strade ferrate, ma i vantaggi che essi presentavano non furon perduti di vista, ed essi furono mostrati al re di Olanda ed al suo governo, ed il favorevole rapporto del sig. Greve, eminente ingegnere del Waterstadt, in conferma del rapporto del sig. Theimmens, altro ingegnere che aveva studiato i luoghi oltre del sig. Greve e del sig. Rennie, condusse alla formazione dell' attuale progetto, che è una parte del primitivo, mediante una compagnia anglo olandese e belga.

L' oggetto della presente concessione è di chiudere 14 000 ettari francesi, o 34 580 acri inglesi, di terreno di alluvione, dal canale intermedio fra la Schelda occidentale e la orientale, per mezzo di un argine gettato attraverso di questo, della lunghezza di più di 4 miglia e di 4 metri al di sopra delle acque alte delle maree di primavera, con una larghezza di 6 metri alla cima, con scarpe da ambo i lati di base tripla dell' altezza. La situazione dell' argine sarà tra il forte Bath nell' isola di Beveland meridionale ed il villaggio di Woensduct sulla terra ferma. È però stabilito nella concessione che l' argine non sarà costrutto se prima non sia fatto un canale di grandi dimensioni attraverso all' isola stessa con cateratte di grandezza sufficiente da lasciar passare i più grandi legni che ora passano negli antichi canali di navigazione. Il sito scelto pel canale comincia ad un piccolo casale e seno di mare detto Hanswert e si dirige con una linea quasi retta pe' villaggi di Schorre de Vlake e Wemeldinge al canale della Schelda orientale, con una lunghezza di 10 000 metri, o circa 6 miglia inglesi. La larghezza del canale sarà di 10 metri al fondo con scarpe laterali da ambo i lati di base $2\,{}^1/_2$ volte l'altezza, mentre la profondità sarà di 8 metri ad alte acque. Vi saranno a ciascun estremo delle porte di chiusa di grandi dimensioni e fuori di queste de' porti di entrata protetti da moli di gettate.

Tre anni sono accordati per compiere il canale e sei per l' argine attraverso il ramo orientale della Schelda. Essendosi creduto necessario dal governo che l'antico passaggio sia conservato aperto finchè sia compiuto il canale, è nondimeno permesso di chiudere 5 568 ettari, o 13 752 acri inglesi, delle terre date in concessione, senza però portare impedimento alla navigazione del canale della Schelda orientale. Per queste opere sono impegnati gl'ingegneri sir John Rennie e Muller. Il terreno che ora è arginato è più alto di 6 piedi delle terre nell' interno dell' isola del Beveland meridionale, e dirimpetto all' argine presente la terra presso la spiaggia è elevata per piedi $12\,{}^3/_4$ sulle acque basse, ed il deposito è così ricco che si è calcolato che vi si potrà seminare e raccogliere per più di ventidue anni senza concimarlo; e le raccolte, in cavoli, orzo, grano, fave, lino ec., valgono almeno 600 o mille franchi per acre, e questi esempî sono confermati da' prodotti di altre terre de'dintorni. Le raccolte delle terre vicine sono straordinarie; ed il sig. Greve assicura che 5 568 ettari, o 13 752 acri sono ora prossimi ad essere arginati; che 10 000 ettari o 24 777 acri lo saranno fra tre anni, ed il resto in nove anni; e valutando la terra a 50 lire sterline per acre, il che ci si assicura essere anche poco, il totale valore della terra che si otterrà con la presente concessione non sarà molto meno di 2 milioni di lire sterline; e se si deducono 20 lire per acre come spesa, rimarrà agli azionisti un fondo disponibile di circa un milione.

(*Civil Engineer and Architect's Journal. — Agosto 1852.*)

Strade ferrate spagnuole. — Il governo ha approvati i progetti per la linea di congiunzione dal porto e la città di Alicante sul Mediterraneo ad Almaza, città della Murcia, su' confini di Valencia, con alcune modificazioni relative alle opere di arte. I concessionarî doveano cominciare i lavori al 19 ottobre. La linea passerà presso la città di Xixona e per quelle di Elda, Sax e Villona. È probabile che da questo punto sarà diretta verso Candete, S. Filippo di Zativa e di là verso Almaza e Benete. Il sig. Mackenzie ingegnere civile sta sopra luogo, disponendo le opere preliminari; la sua presenza è un indizio di attività, della quale egli ha sempra dato pruova nel

dirigere i lavori dalla linea di Aranjuez e della prima sezione di quella di Almaza. I progetti presentati al governo sono per la prima sezione da Almaza a S. Filippo, che è lunga 15 miglia e procede per Candete verso le valli in vicinanza delle città di Onlinente ed Albaida situate in un distretto montuoso. Appena approvati questi progetti le opere saranno cominciate con attività. Una parte della linea da Valencia a S. Filippo, di circa 8 miglia di lunghezza è stata inaugurata. Le ultime piogge sono state un gran cimento pe' lavori di terra, ma questi non han per nulla sofferto, essendo stati eseguiti con gran cura, a cagione del suolo naturalmente bagnato di di Valencia.

Il materiale pel cominciamento della linea di Granollers a 18 miglia nord-nord-est di Barcellona, è giunta a questa ultima città. Le opere della linea per la città di Martorel in Catalogna sulla sponda destra del Llobregat debbono cominciarsi essendone approvati i progetti. La stazione di Barcellona sarà situata sullo spalto in un sito detto Puntarro.

Il progetto della linea di Saragozza presenta probabilità di un prossimo cominciamento. Una riunione degli azionisti ebbe luogo a Barcellona, preseduta dal governatore della provincia: i regolamenti della compagnia sono stati approvati. Questa linea unirà le strade ferrate di Mataro, del Nord, di Martorel e quelle progettate di Sarria e Gracia.

Il sig. Sanchez Mendoza intraprenditore della strada ferrata di Cadice e Xeres, è ritornato da Londra, dove ha comprato un considerabile materiale per la costruzione della linea. Egli è partito per Cadice, per dare gli ordini necessarî per cominciarsi i lavori. Le opere preparatorie per la strada di Lisbona e Santarem destinata ad aprire una comunicazione tra la Spagna ed il Portogallo procedono con molta attività.

Le trattative pendenti sul soggetto tra i gabinetti di Madrid e di Lisbona sono molto avanzate ed in brevissimo tempo tutte le difficoltà che potrebbero opporsi ad un progetto tanto utile ad ambedue i paesi saranno aggiustate.

La prima sezione da Almaza ed Aranjuez alla città di Tembleque nella Nuova Castiglia sarà aperta al pubblico verso dicembre. Passeranno alcuni mesi prima che la linea di Ciudad Real da Alcazar a Manzanares sia pronta pel traffico. Il sig. Alvarez ne è concessionario ed i lavori sono sotto la direzione del sig. Arturo Green ingegnere civile.

Il sig. Brana capitalista di Corogna, ha presentato un progetto di una strada ferrata che partendo da quel porto di mare capitale della Galizia, passando pel Cortenan, la città di Orense sul Minho, quella di Viana e di là alla città di frontiera di Zamora sul Duero, raggiungerebbe la linea di Valladolid.

A Cordova ed a Siviglia sono sorte difficoltà relative alla linea da Siviglia a Madrid, a traverso la montuosa provincia di Estremadura, e riguardo alla concessione della linea dal porto di Malaga alla città di Cordova. Un'adunanza provinciale ebbe luogo a Cadice per trattare della linea conceduta da quel porto a Siviglia, e si nominò una commessione che si occupa de' provvedimenti necessarî.

Gli abitanti dell' antica Granata si concertano intorno ad un ramo che dovrebbe riunire la loro città alla linea da Malaga a Cordova, e che percorrebbe la valle de' fiumi Darro e Xenil passando per la città capitale di Santa Fè.

(*Civil Engineer and Architect's Journal.—novembre 1852.*)

Strade di legno agli Stati Uniti. — L' America del Nord è il paese che possiede più strade ferrate e che continua a stabilirne sulla più grande scala. Ciò non impedisce agli Stati Uniti di continuare con eguale energia lo stabilimento di altre vie di comunicazione molto economiche e che permettono di effettuare i trasporti agricoli con velocità molto considerabili.

Le strade di legno (*plank-roads*) di cui la prima fu stabilita al Canadà nel 1836, sono ora molto sparse nello stato di Nuova York. Non se ne contano meno di 19, aventi una lunghezza totale di 2 950 chilometri; la spesa si è elevata a 20 922 815 franchi o 7092 franchi per chilometro.

Le strade di legno sono state tutte stabilite da società particolari per mezzo di sottoscrizioni e rendono dal 10 al 20 per 100. L' utilità di questo genere di strade nelle contrade agricole è immensa. Due cavalli tirano, senza straordinaria fatica, un peso di sei tonnellate ad una distanza di 19 chilometri. Quattro tonnellate e mezzo formano un peso ordinario che un paio di cavalli possono tirare per otto ore al giorno alla ragione di 6 400 metri all'ora.

Le strade di legno sono considerate agli Stati Uniti come i più utili ausiliari alle strade ferrate; epperò molte compagnie di queste ultime ne incoraggiano lo stabilimento nelle loro vicinanze. Il progresso ne è specialmente molto sensibile nell' ovest.

(*Hunt's merchant Magazine*).

Tunnel di Blaizy. — Quest'opera, una delle più importanti di questo genere occorse sulle strade ferrate, fa parte del tratto della strada lionese fra Digione e Tonnerre aperta al transito al 1 giugno 1851. La strada segue dapprima la ricca valle dell' Ouche, vero giardino fruttifero della Borgogna, dove il corso del fiume e quello del canale di Borgogna sono indicati da alte file di pioppi; presto però si eleva e passa per 5 piccoli trafori lunghi insieme 800 metri e per i viadotti, de'quali 4 sono lunghi più di 200 metri e con doppio ordine di archi raggiungon l' altezza di circa 40^{m}. Queste varie opere mostrano già un carattere gigantesco, e nondimeno servono solo d' introduzione all' importante monumento di questo tratto di strada, cioè al traforo di Blaizy, distante 26 chilometri

da Digione e 90 da Tonnerre, situato nel punto più alto della strada ferrata tra Parigi e Lione, a 408.^{m} 13 sul livello del mare.

Il traforo è lungo 4100^{m} la lunghezza del passaggio è di 8.^{m} e l'altezza dal lato superiore delle rotaie sino alla chiave dell'arco 7^{m}. 50. La strada tiene in esso una doppia rotaia come su tutta la linea. Nonostante la lunghezza di questo sotterraneo, dal suo ingresso si vede la luce del giorno all'altra estremità, tanto dritto ne è il corso; però l'uscita sembra appena della grandezza di una botte. Quest'opera è veramente gigantesca per le sue dimensioni e per la profondità de' pozzi per dar luce ed aria al traforo, che sono in numero di 19 e di varie altezze; di questi 8 sono profondi più di 150.^{m} e 2 più di 200^{m}. Dall'ingresso dal lato del villaggio di Malain sino all'uscita dirimpetto al villaggio di Blaizy, il traforo sale con la pendenza di 0.^{m} 004; la differenza di livello è quindi di 16^{m}. 40. Sebbene il traforo della Nerthe nella strada da Avignone a Marsiglia sia più lungo per circa 517^{m}, però il suo profilo non è così importante e la profondità de' suoi pozzi è minore.

Questa bell'opera, le cui proporzioni sono scritte sopra una tavola di marmo che ne adorna l'ingresso, fu terminato al cader dell'anno 1849. Il numero degli operai che vi han lavorato è di 2500; per le abitazioni de' lavoratori e per opificî furono spesi 80 000 franchi. In questi opificî erano occupati 25 a 30 ferrai, tornieri, ed aggiustatori, 15 a 20 carradori, e 25 a 30 falegnami. L'intraprenditore Desbains, avea innalzato un ospedale e stabilito un servizio sanitario che era costato più di 56 000 franchi, fra i quali non vanno computati 25 245 franchi spesi in occasione di sventure, e per le famiglie degli operai morti. Senza i pozzi, il costo del traforo si eleva a 7 790 000 franchi od a 1900 franchi per metro corrente. I pozzi per ventilazione del sotterraneo sono al numero di 15; però per la costruzione fu mestieri cavarne 22, de' quali 7 furono chiusi di nuovo. I 22 pozzi costarono più di due milioni di franchi e se ne trassero 350 000 metri cubici di pietre e terra. Per cavare il traforo e rompere le pietre si adoperarono in tutto 150 000 chilogrammi di polvere. Pel compimento di tutti i lavori furono impiegati 3 anni e 4 mesi.

(*Notizblattder Allg. Bauzeit.* — *August 1851.*)

— *Edifizî di Londra.* — Nel far parola de' vantaggi che l'abolizione della tassa sulle finestre e di quella su'mattoni porteranno alla decorazione esterna degli edifizî di Londra, *il Civil Engineer and Architect's Journal* così si esprime: » Finora gli architetti inglesi non avevano a loro disposizione che mattoni e stucco per decorare una facciata, o per accrescere l'effetto del suo disegno, giacchè sarebbe un manifesto assurdo, parlando della decorazione architettonica della metropoli, il tener conto dei casi rari ed eccezionali ne' quali si trova adoperata la pietra. Negli ultimi anni il governo, alcune poche compagnie pubbliche ed il corpo della città di Londra si son persuasi che qualche abbellimento architettonico era necessario per interrompere la triste monotonia delle nostre strade e piazze, ed han quindi permesso a' loro architetti di accrescere l'importare de'loro progetti, per comprendervi la spesa di un rivestimento in pietra. Ma anche in molti di qnesti casi la spesa è stata tanto limitata, che, oltre al rivestimento, niente altro era letteralmente possibile, come può vedersi nel Museo Britannico, co'suoi disadorni fianchi di mattoni, che si mostrano alla vista, quasi per convincere lo spettatore che la sua facciata piena di pretensione altro non è in realtà che una burla. »

» Epperò per l'architettura delle strade la pietra è fuori quistione; la lontananza delle cave da Londra, il costo del trasporto e la spesa per lavorare il materiale, tutto contribuisce a renderne l'uso un lusso che la più gran parte delle nostre ricche adunanze e della nobiltà non può neppur sostenere, come è dimostrato dalle pesanti e sudicie dimore nelle vicinanze di Pall-Mall, Piccadilly, Belgrave-square ed altri siti alla moda. Per un abitante di Londra, l'assoluta bruttezza delle abitazioni di molti la cui fortuna è tanto grande da far invidia a più di una potenza europea, è tanto familiare che non reca sorpresa; ma per un provinciale od un forestiere, questo fatto è maraviglioso. Essi guardano con un grado di incredulità, che a noi può forse sembrare strana, le dimore dei nostri magnati e de'nostri principeschi mercanti. Per quanto spiacevole esser possa questa asserzione, essa non può venir contradetta. Chi vuol giudicarne da sè percorra la città di Londra da un estremo all' altro e dica quale aspetto mostrano le botteghe e le case; un aspetto tristo e sudicio senza dubbio; e dove l' uniformità delle sporche facciate di mattoni è interrotta da una fila di case rivestite di stucco, egli può esser sicuro di trovarne molte di diversi colori, secondo i varî gradi di sudiciume; e ciò diviene anche più spiacevole all' occhio quando l'intera fila era destinata a formare una solá facciata, come per esempio in Regent- street, dove le diverse parti di ciò che sembra un solo edifizio sono non solo di diverse gradazioni, ma talvolta una è tanto gaia e netta quanto possono renderla successivi strati di pittura, mentre la prossima è attristata da tre anni di fuliggine e fumo. Quante volte non si vede una mezza colonna col suo capitello e la base dipinti di fresco e l' altra mezza di quel colore quasi impossibile a descriversi che, in mancanza di un termine migliore, diremo *nero di Londra*? Ahimè! quanto soffre la riputazione di un povero architetto per questa variopinta apparenza di una facciata, sulla cui elaborata decorazione egli ha probabilmente speso molto tempo ed arte. »

» Finora il rapido e facile scoloramento de'materiali era un male che nessuno sforzo artistico da sua parte poteva

uperare. L'incubo della tassa sui mattoni, e l'assurda imitazione nelle loro dimensioni, tendevano a ritardare miglioramenti nella apparenza decorativa de' medesimi, iacchè è chiaro che fintanto che il fabbricante era incepato al mattone legale di 9 pollici per 3 pollici (questa uriosa mostra della saggezza degli autori della tassa!) egli non poteva occuparsi a modellare o decorare separatamente a superficie esterna di una frazione così piccola di un ornamento architettonico, di una colonna per esempio, come sarebbe stato mestieri. »

Dopo queste osservazioni il citato giornale passa a mostrare come l'abolizione di quella tassa apra un vasto campo a perfezionare la manifattura de'mattoni e cita ad esempio una patente ottenuta dal sig. Tate che, fra gli altri oggetti, ha quello della facile ed economica decorazione degli edifizî per mezzo de'mattoni, pezzi, tegole e lastre di creta dipinte ad imitazione di marmo od altri materiali costosi. Dopo aver esposti i particolari della fabbricazione di questi oggetti conchiude che, se un tal sistema fosse reso generale, ben presto Londra potrebbe gareggiare con le altre capitali per la bellezza de'suoi edifizî e sorpassarle per la vivacità e la varietà delle sue decorazioni, dilungandosi a mostrare quali vantaggi esso presenterebbe all'architettura decorativa.

Faro di Horsburgh. — Questo faro situato non lungi da Singapore (nell'India) è stato progettato ed eseguito sotto la direzione del sig. J. T. Thomson; la cupola, la lanterna e l'apparecchio ottico furono preparati ad Edimburgo a cura de' sig. Stevenson. Esso è fondato sullo scoglio di Pedra Branca, posto a dieci miglia dalla più prossima terra, e quaranta da ogni sito dal quale si possano avere i materiali necessarî. Lo scoglio presenta ad acque alte una superficie di 100 piedi per 150. In una sua lettera il sig. Thomson fornisce i seguenti interessanti particolari: — « Il mare non si frange mai contro l'edifizio (il quale è alto 95 piedi, dall'acqua al centro del lume) sebbene spruzzi considerabili vadano sullo scoglio. Non fu perciò necessario di costruire il faro secondo il principio delle tre grandi opere d'Inghilterra) i fari di Eddystone, Bell-Roch e Skerryvore). L'opera è singolare in ciò che la torre è stata costrutta da Cinesi e nativi dell'India, de'quali circa cinquanta erano costantemente occupati sullo scoglio. Nessuno di essi parlava l'inglese, ed una decima parte non parlava che imperfettamente il malese (lingua di quelle contrade). Ciò che è anche più curioso è che vi erano talvolta tre classi di Cinesi di cui una non parlava il linguaggio dell'altra, essendo differenti quanto il francese dall'inglese. Oltre di questi vi erano Malesi, Giavanesi, Boyani, Klings, Bengalesi, Papuas, di Nuova Guinea, Rawas dell'interno di Sumatra, che con l'inglese facevano undici lingue. Vi era talvolta una confusione di lingue come una vera torre di Babele! I Cinesi che erano i più numerosi doveano essere per lo più diretti per segni ». Non ostante queste scoraggianti difficoltà il sig. Thomson portò il suo arduo lavoro a prospero successo in modo notabilmente rapido e ad un prezzo meravigliosamente tenue. L'opera fu cominciata agli 11 aprile 1850; l'ultima pietra fu posta al primo giugno 1851; ed il fanale era pronto per accendersi a' 20 settembre 1851. Il costo non fu che di circa 4000 lire sterline per l'edifizio, e circa 1400 lire per tutte le spese relative alla lanterna, alla cupola ed all'apparecchio ottico. L'intera spesa, quindi, escluse le barche cannoniere per guardia, provviste di legna ed acqua e la presenza occasionale di un battello a vapore del governo, non fu che di circa 5400 lire. Tutta la fabbrica visibile è di granito di Pulo Ubin. Prima di fissare l'esatta posizione ed il disegno della torre, il sig. Thomson ricorse all'ingegnoso espediente di sperimentare la violenza e la direzione de'flutti, attaccando allo scoglio de' pilastri isolati di mattoni col mezzo del cemento.

L'apparecchio della luce è del sistema detto *holophotal* inventato da Tommaso Stevenson di Edinburgo. Esso consiste in nove riflessori tronchi parabolici di lamine di argento di 25 pollici di diametro, con riflessori emisferici al di dietro, ed in una serie di prismi *holophoti* con una lente in fronte, in modo da comprendere interamente, ed impiegare utilmente l'intiera sfera di raggi divergenti che procede dalla fiamma. Il sig. Thomson così descrive l'effetto della luce: — « Il lume fu mostrato esattamente alle 6 allorchè il sole cade sotto l'orizzonte; l'effetto era abbagliante a mezzo miglio di distanza. Noi procedemmo al nostro ritorno verso Singapore, finchè esso cadde sotto l'orizzonte a 15 miglia. Trovai che esso non era mai invisibile finchè non giungemmo alla distanza di nove miglia, quando l'intervallo tra i periodi luminosi era ecclissato. Io considero ciò come un gran problema risoluto, poichè i legni dando volta fuori o dentro possono prendere i loro scandagli ad ogni momento; e ad una distanza maggiore di 7 miglia i legni sono o ben fuori in mare senza pericoli o ben dentro agli stretti. Ad una distanza di 15 miglia il periodo luminoso sembrava da 4 a 5″ circa. Quando lo perdemmo di vista avea ancora la grandezza de' pianeti Venere e Giove. La luce possiede tutt'i vantaggi richiesti dal marinaro. »

(*Civil Enginer and Architect's Journal.*)

Telegrafo sottomarino per la Sardegna. — Il sig. Breat ha conchiuso e firmato un contratto col governo sardo per formare un telegrafo sottomarino da Spezia a Cagliari, nell'isola di Sardegna, per la via di Corsica, ed egli ha l'intenzione di prolungare la linea fino nell'Algeria. Il ministro inglese a Torino in un suo dispaccio del 6 febbraio 1853 al suo governo faceva notare i vantaggi che deriverebbero, per l'Inghilterra, dall'unire Malta con questa linea e prendere i provvedimenti per assicurare una non interrotta linea di comunicazione tra Malta e Londra per la via di Genova, Ginevra, Basilea, il Reno, il Belgio ed Ostenda. — (*Portafoglio maltese.*)

INDICE.

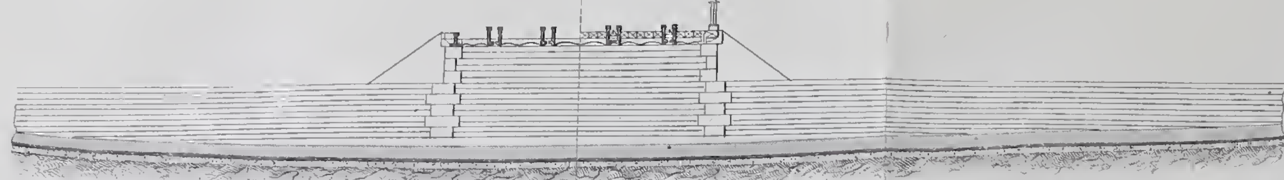
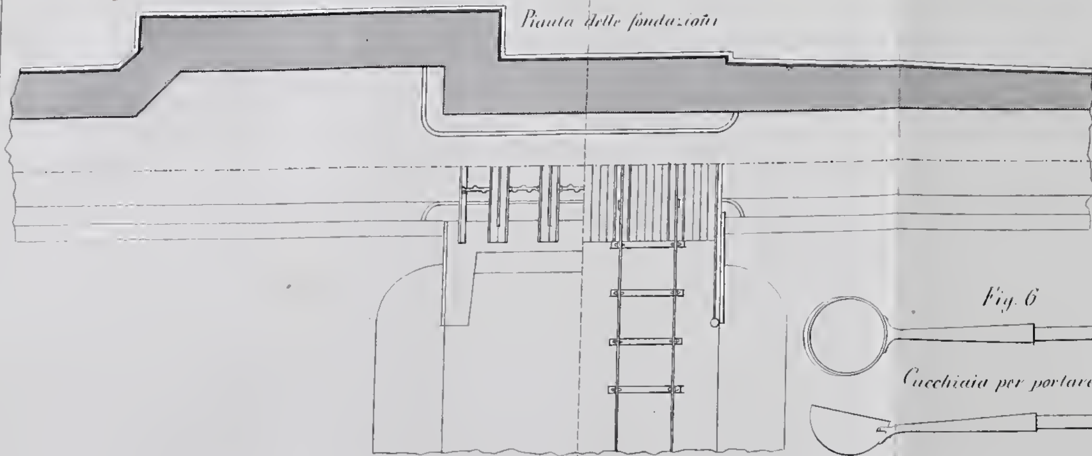


Fig. 9



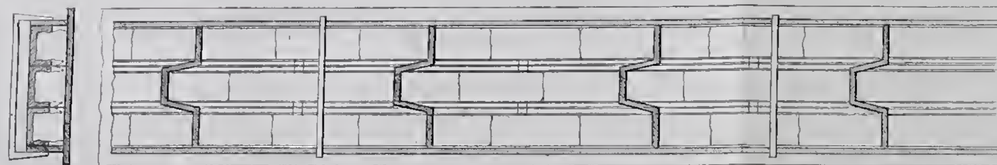


Fig. 8. Coperta in pietre unite con bitume

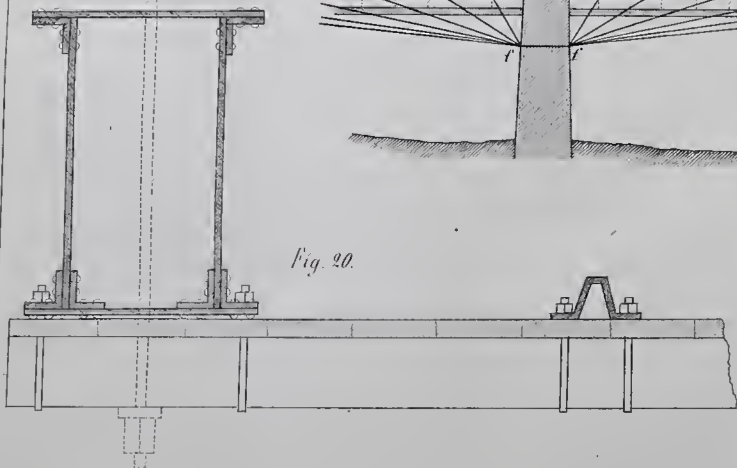


Fig. 20.

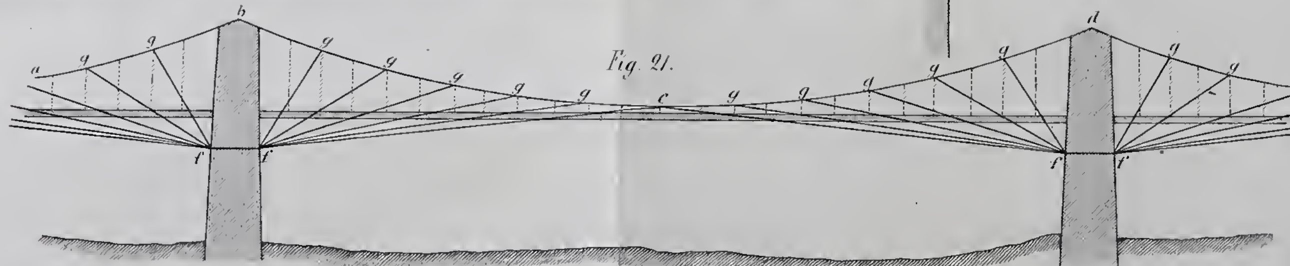


Fig. 21.

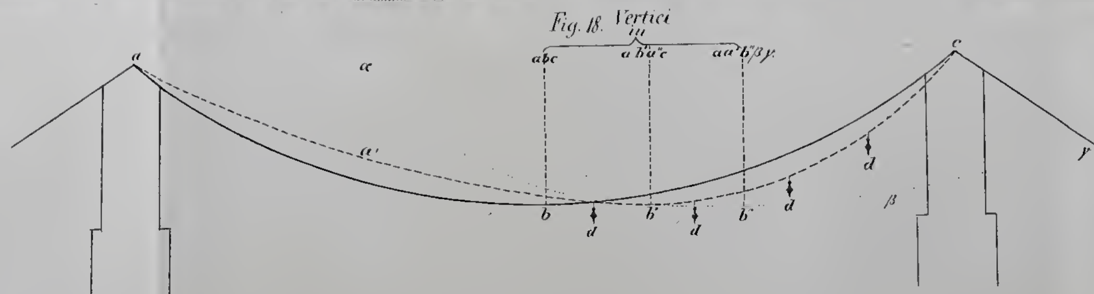
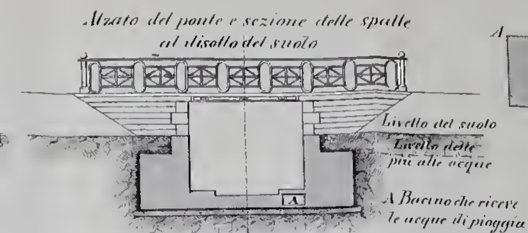


Fig. 18.



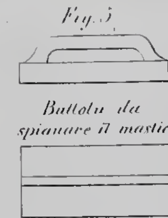
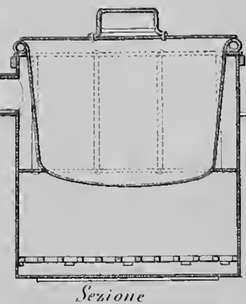


Fig. 5

Battola da spianare il mastice



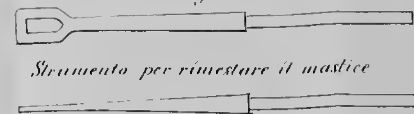


Fig. 2

Strumento per rimestare il mastice

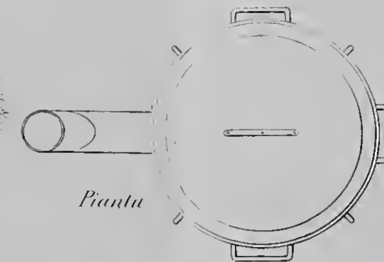
Fig. 6

Cucchiaia per portare il mastice

Fig. 1. Caldaia

Sezione

Alzato



Pianta

Fig. 7

Unione di un lastricato col muro

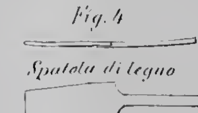


Fig. 4

Spatola di legno

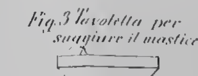




Fig. 3 Tavoletta per suagiare il mastice

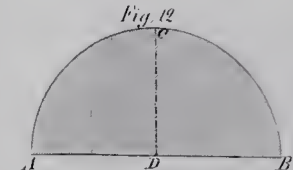


Fig. 12

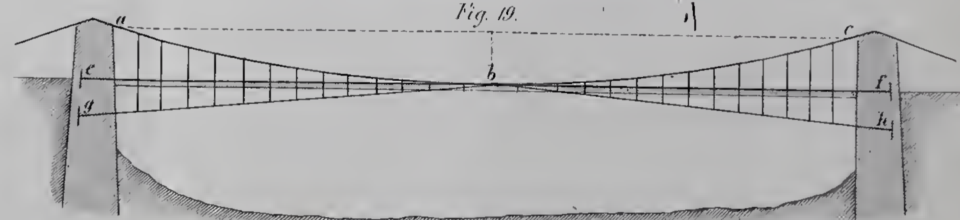


Fig. 19.

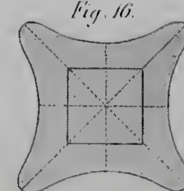


Fig. 16.

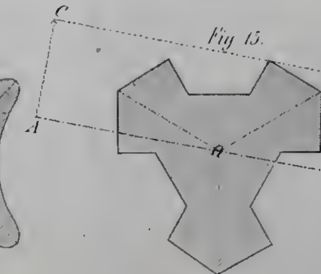


Fig. 15.



Fig. 17.

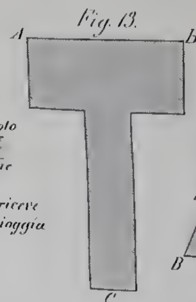


Fig. 13.

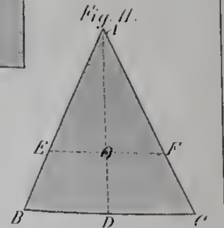


Fig. 11.

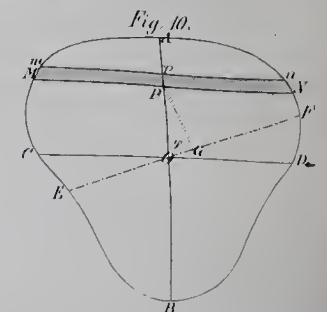


Fig. 10.

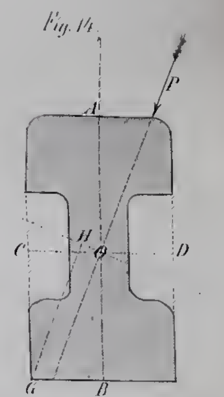
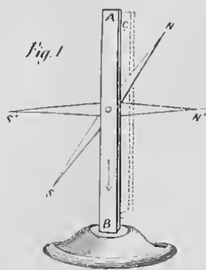
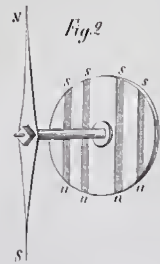
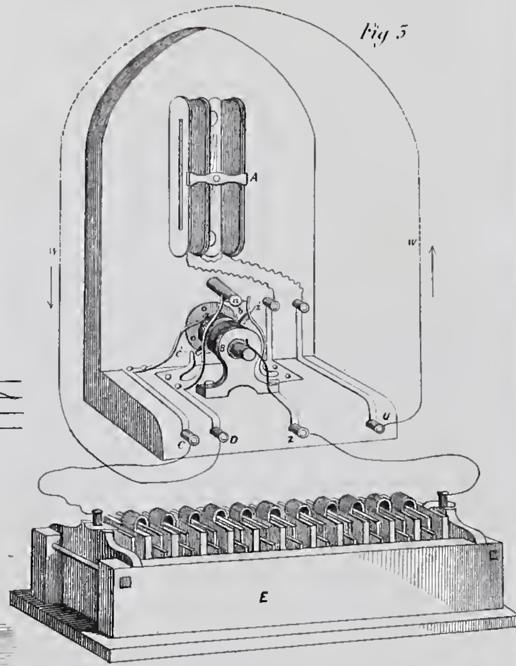


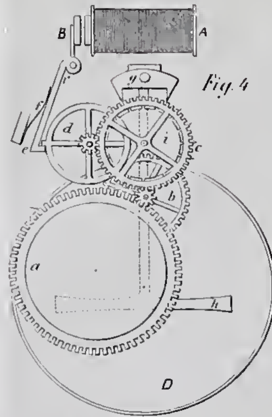
Fig. 14

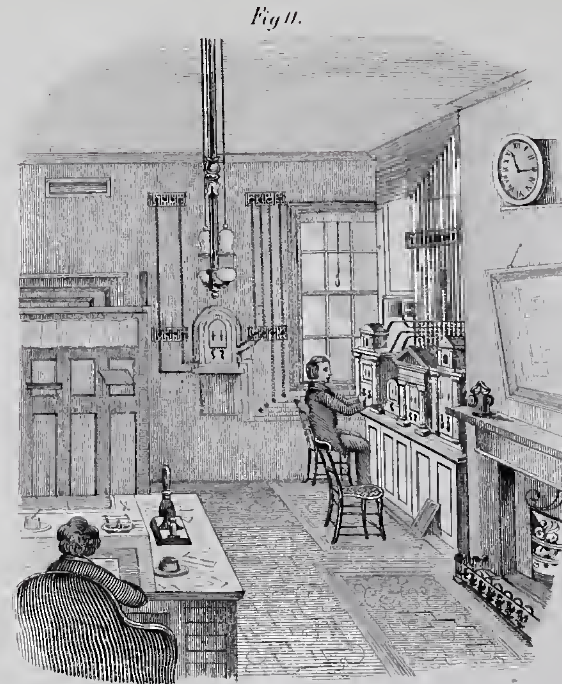
Lit. Richter

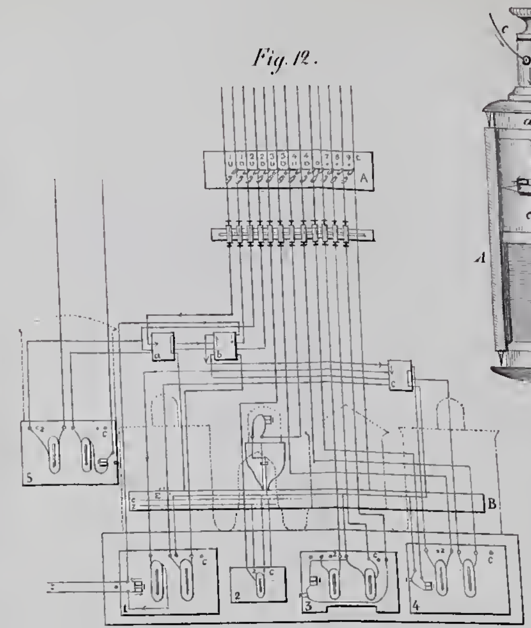

Fig. 1

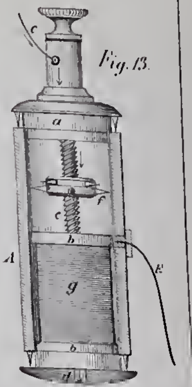

Fig. 2


Fig. 3


Fig. 4


Fig. 11.


Fig. 12.


Fig. 13.

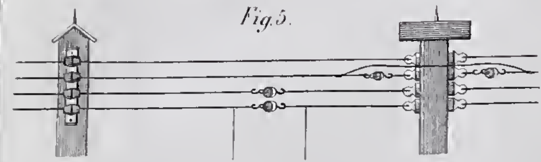
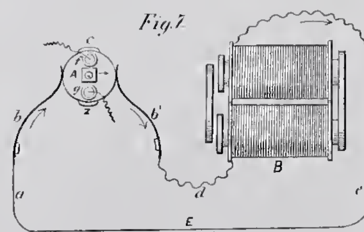
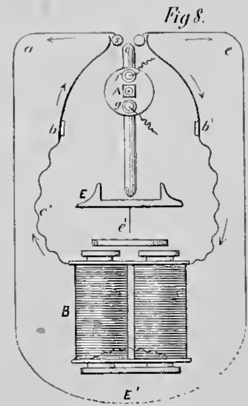

Fig. 5.


Fig. 6.


Fig. 7.


Fig. 8.

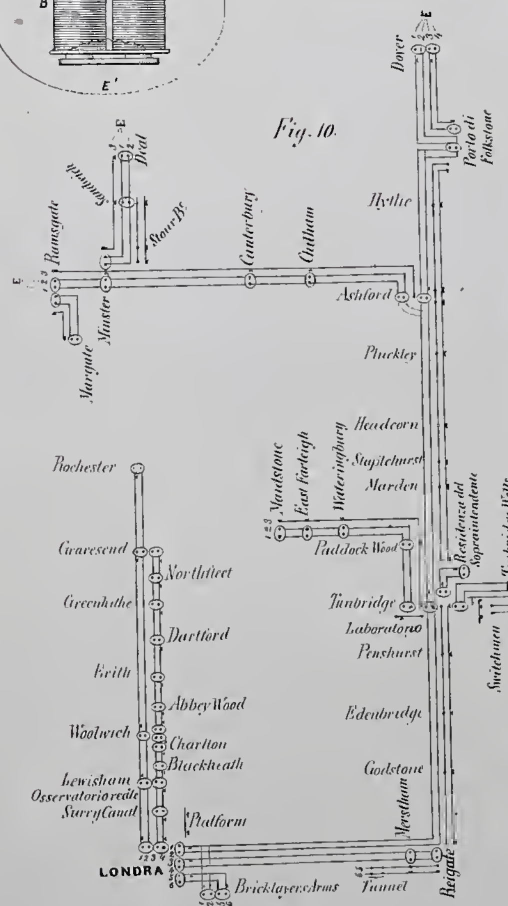
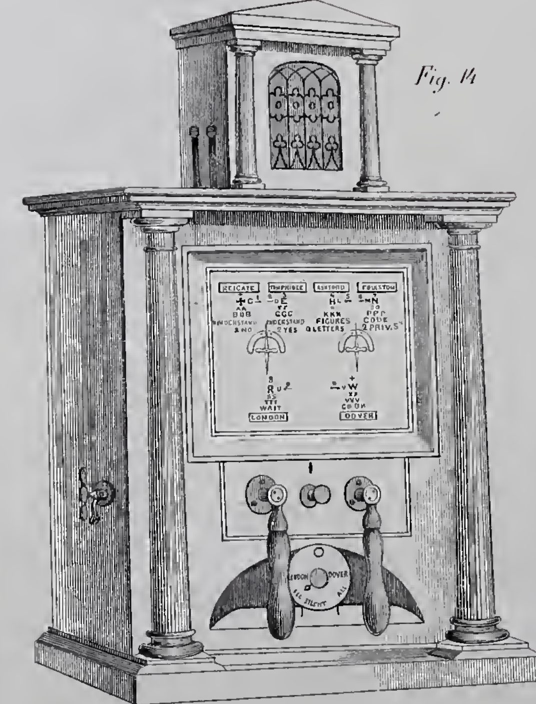


Fig. 10.



Fig. 9.


Fig. 14

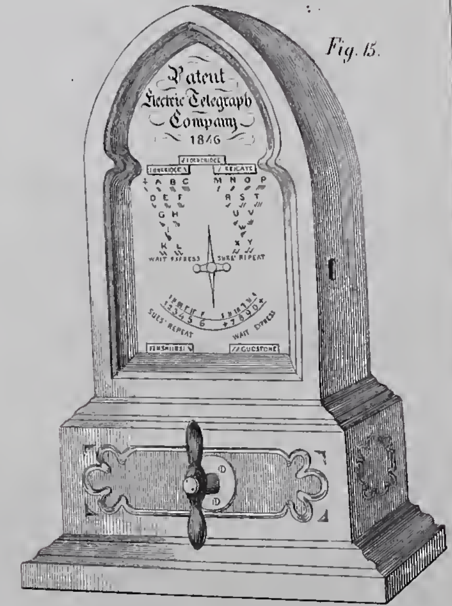


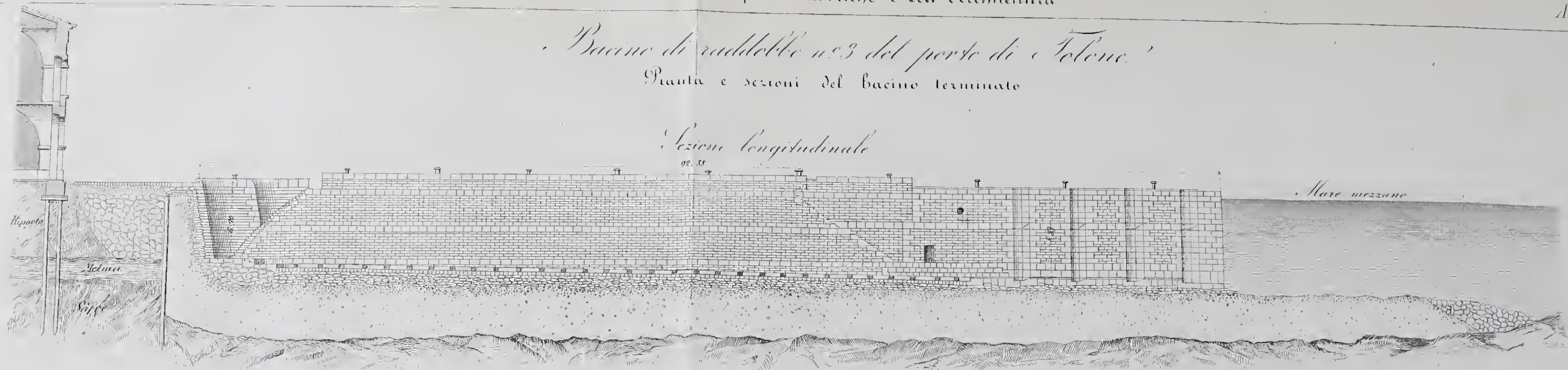
Fig. 15.

Lit Richter

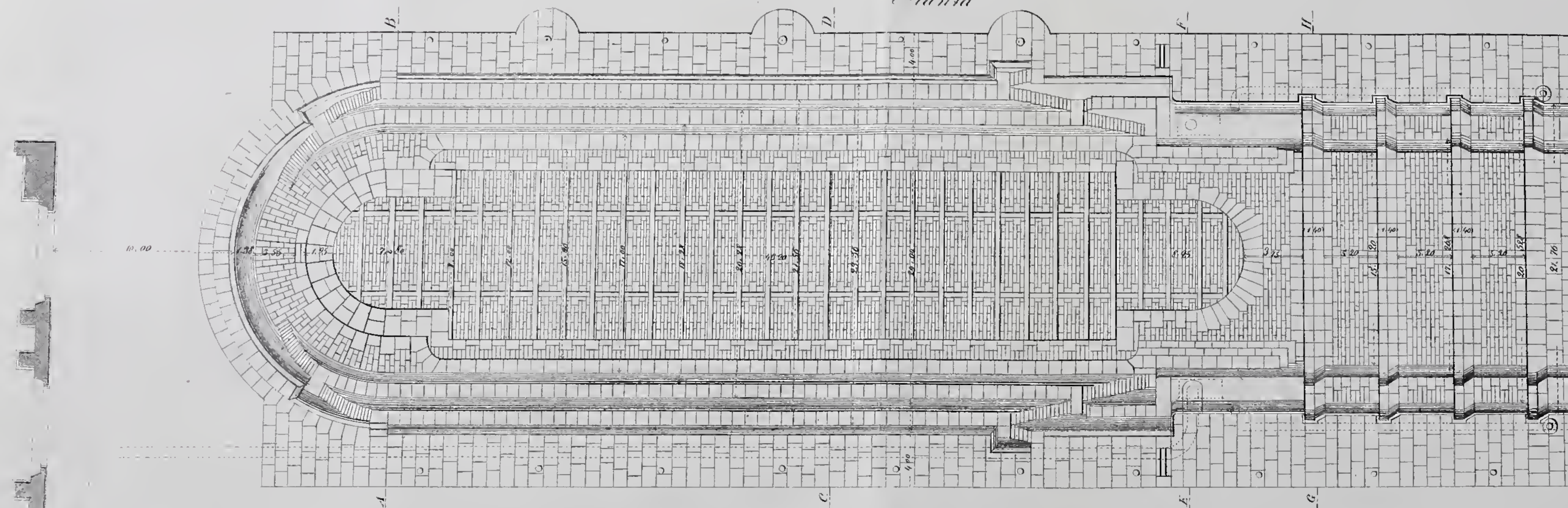
Bacino di raddobbo n.° 3 del porto di Tolone.

Pianta e sezioni del bacino terminato

Sezione longitudinale



Pianta

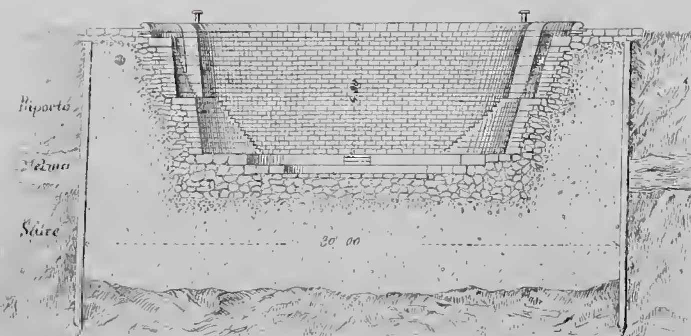


La corona delle banchine del bacino, al profilo G H è per 0m 36 al disopra del livello dell'alto mare: la soglia del bacino è per 8m 37 inferiore a questo livello.
Le acque più basse sono inferiori per 0m 98 alle più alte, ma questi limiti sono molto rari.

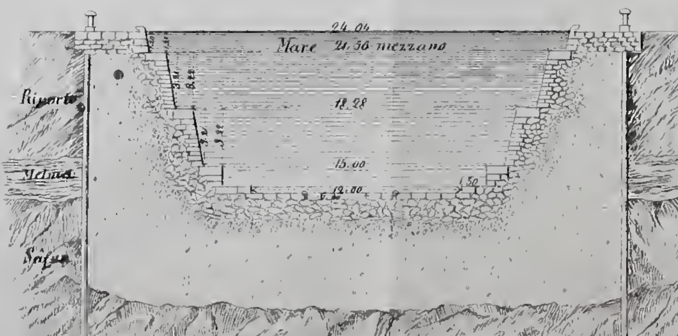
Scala di 0m 0025 per metro

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 — 20 — 30 — 40 metri

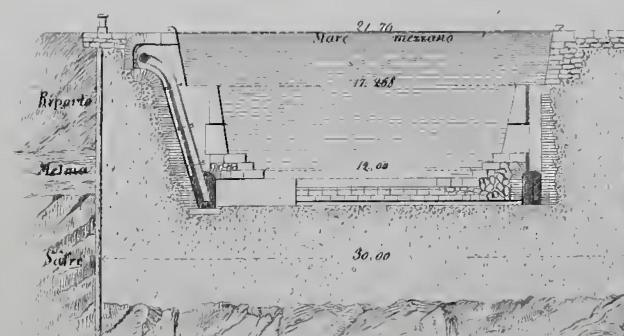
Sezione secondo A.B.



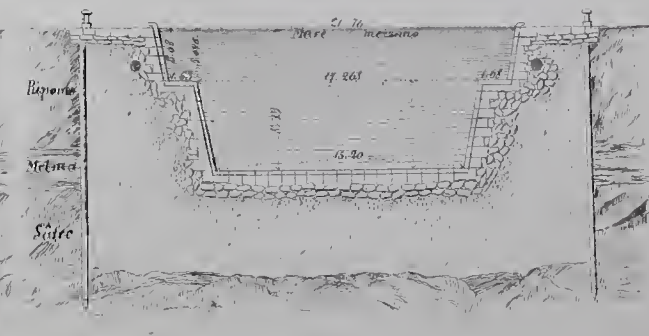
Sezione secondo C.D.



Sezione secondo E.F.



Sezione secondo G.H.



Lit. Richter

Pianta durante l'operazione della fabbrica a smalto de' muri di sponda

Tettoja per la fabbricazione della malta

Magazzino di Strumenti

Magazzino di Strumenti

Sezione trasversale sulla linea YY

Grande spefice

Tettoja de' Falegnami

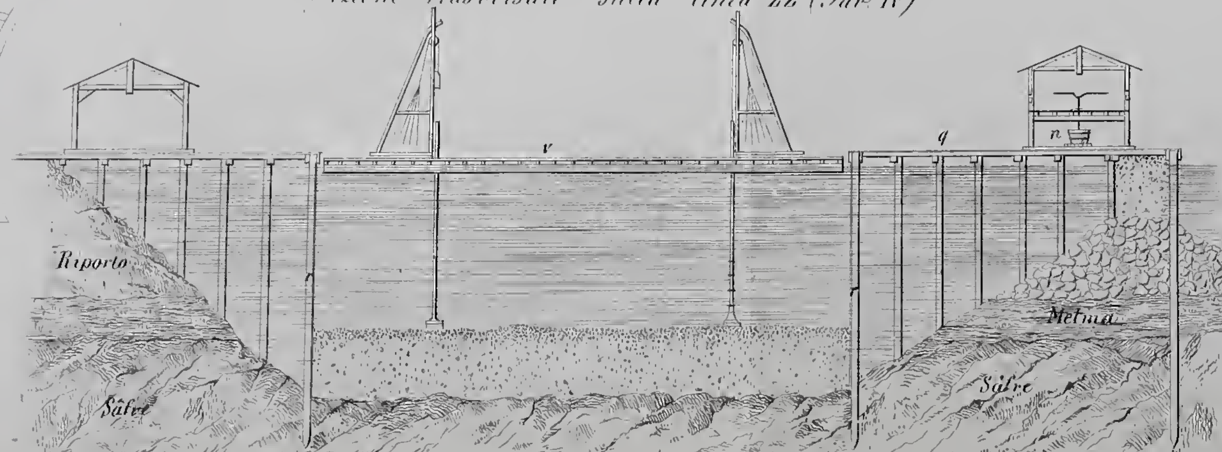
Tettoja per gli esperimenti sulle malte

Tettoja per la fabbricazione della malta

Bacino di raddobbo N.° 2

Scala di 0,m 0025 p.r metro

Sezione trasversale sulla linea ZZ (Tav. IV)



Sezione trasversale sulla linea XX (Tav. IV)

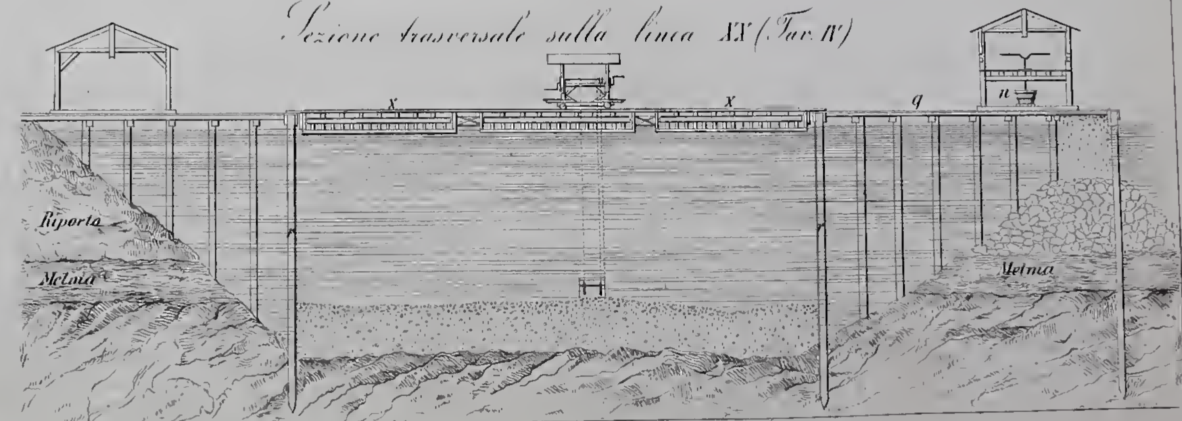


Fig 1. Sezione secondo AB

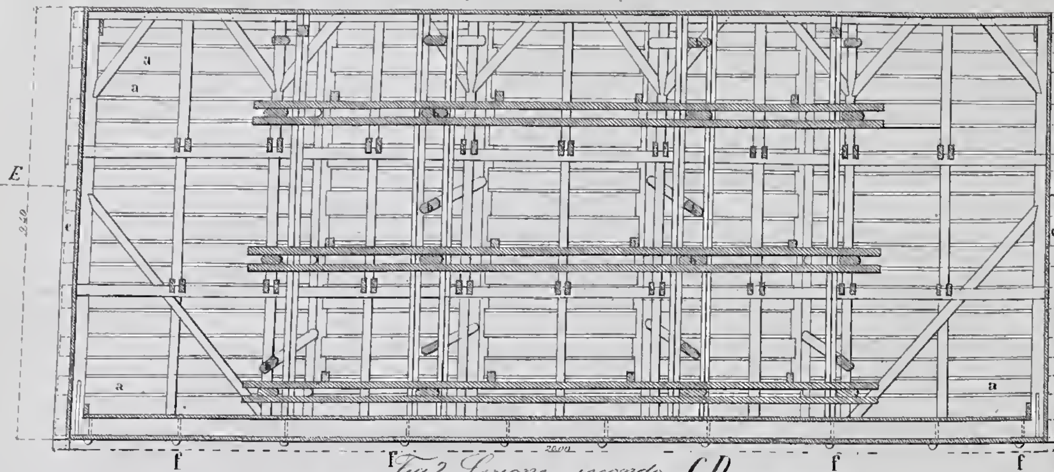


Fig 2 Sezione secondo CD.

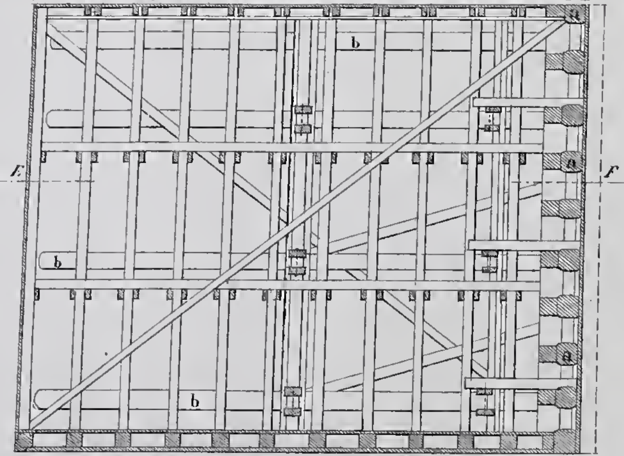
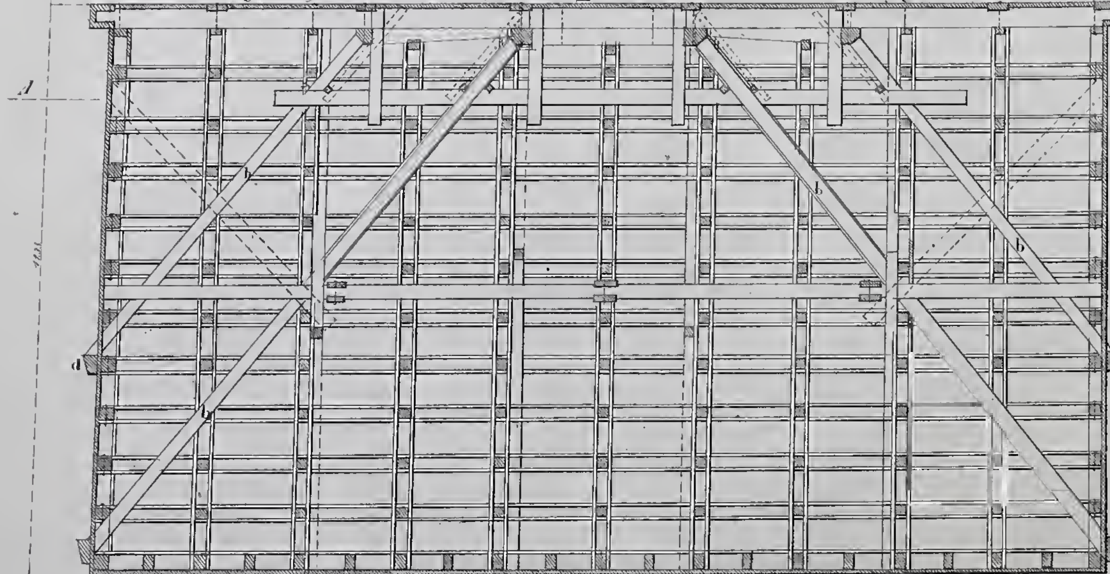


Fig 3. Pianta passante per la linea EF.



Scala di 0m 007 per metro per le Fig 1. 2 e 3.

Fig 4 Sezione secondo GH.

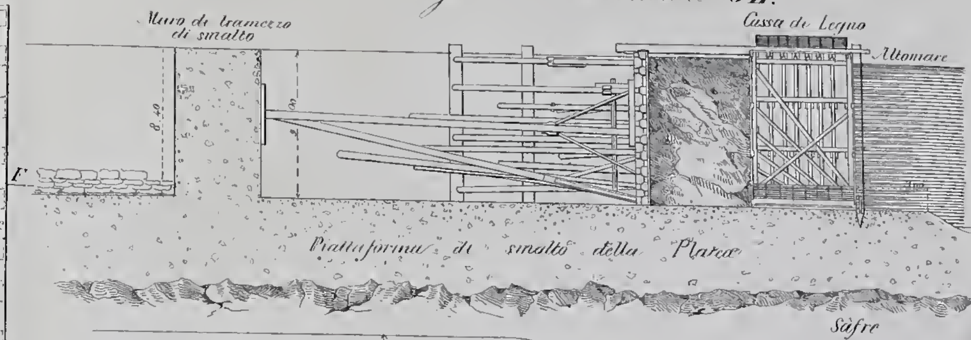
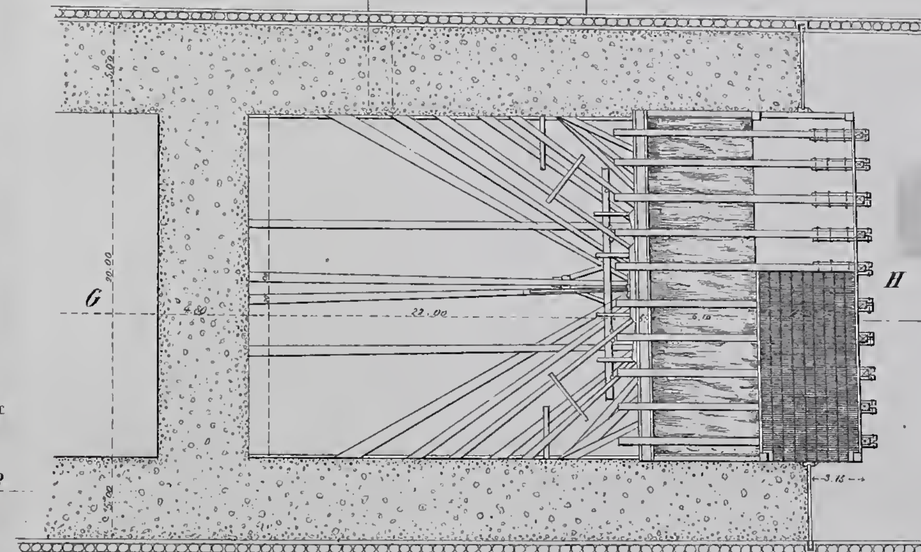


Fig 5 Pianta



Scala di 0m 0025 per metro per le Fig 4 e 5.

Fig 6 Sezione secondo IK.

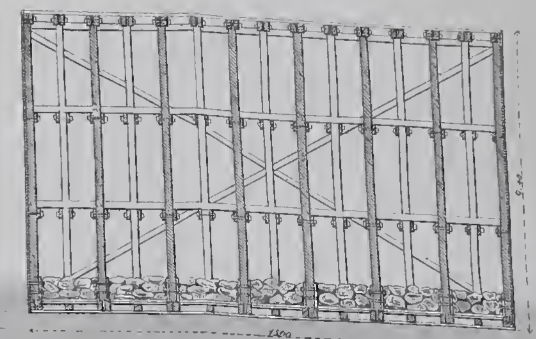


Fig 7 Alzato

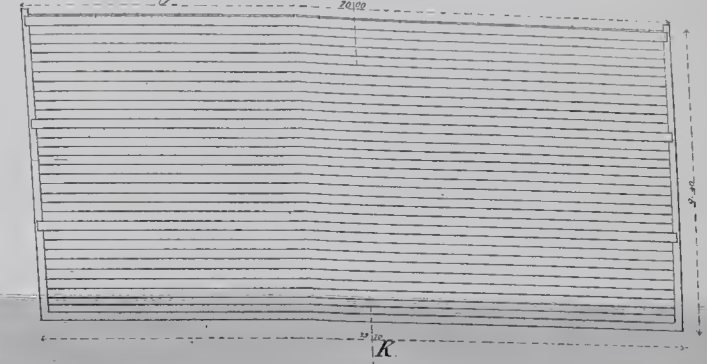
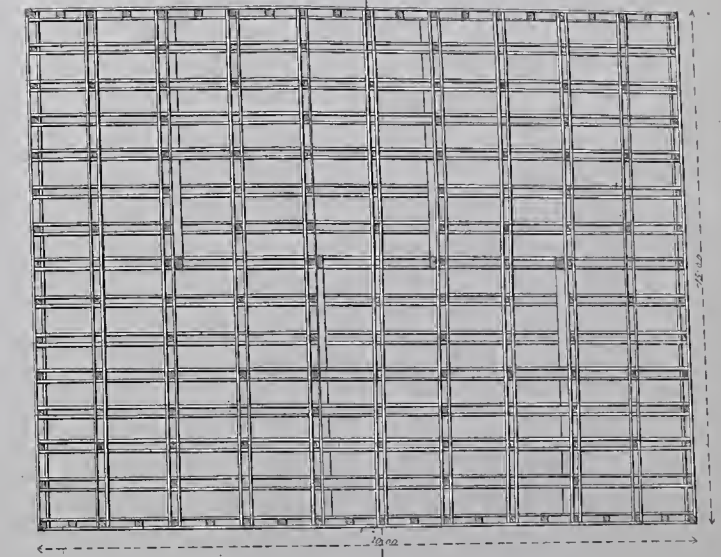
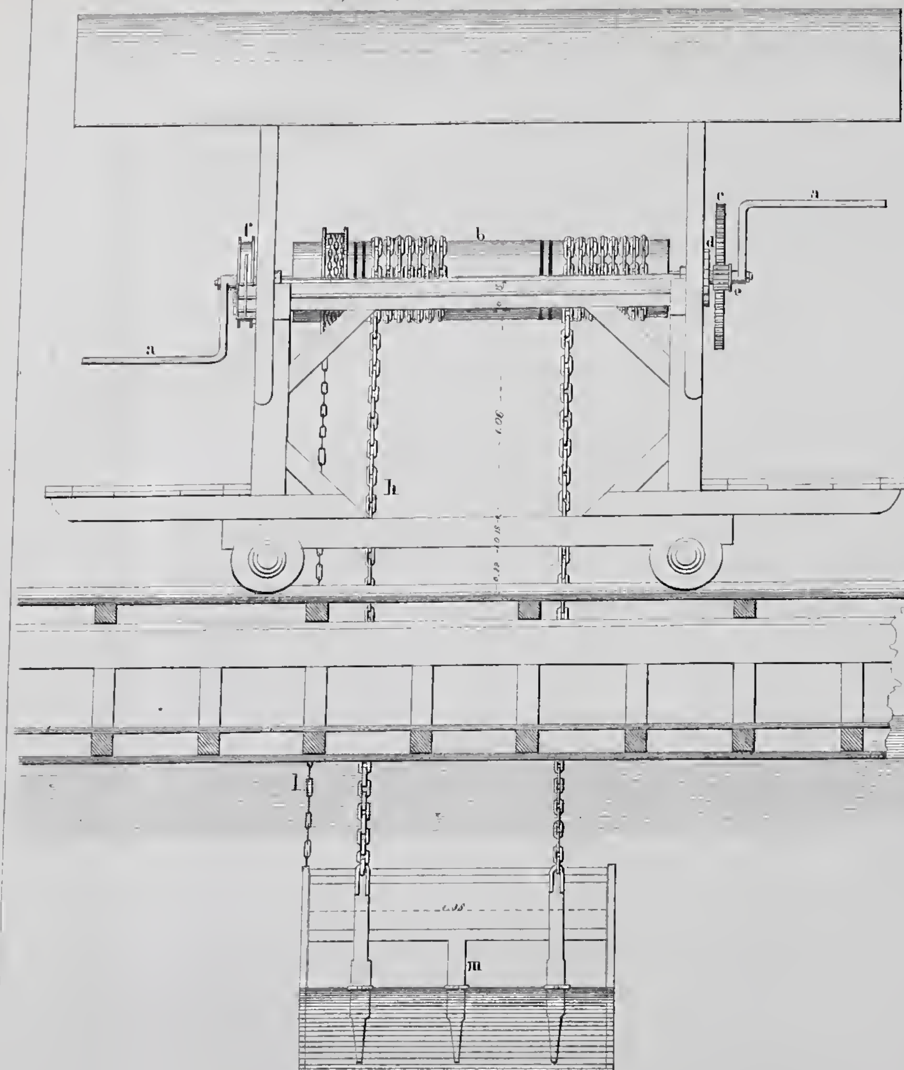


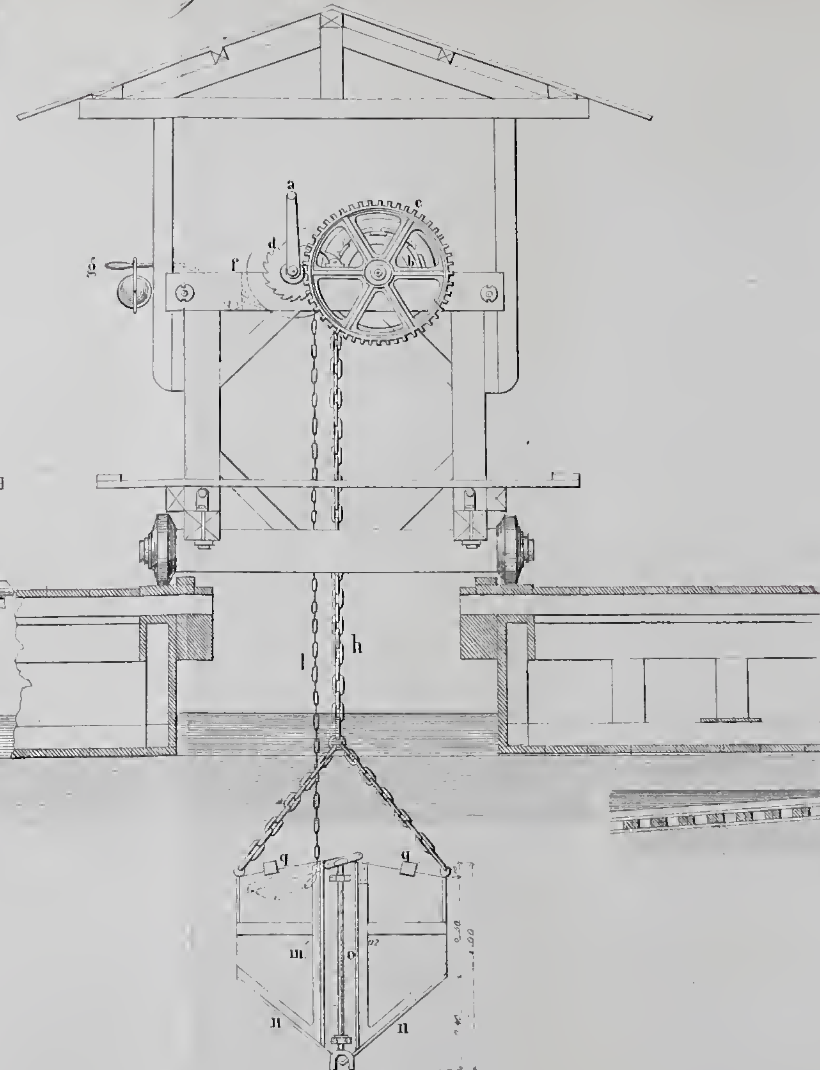
Fig 8 Sezione orizzontale.

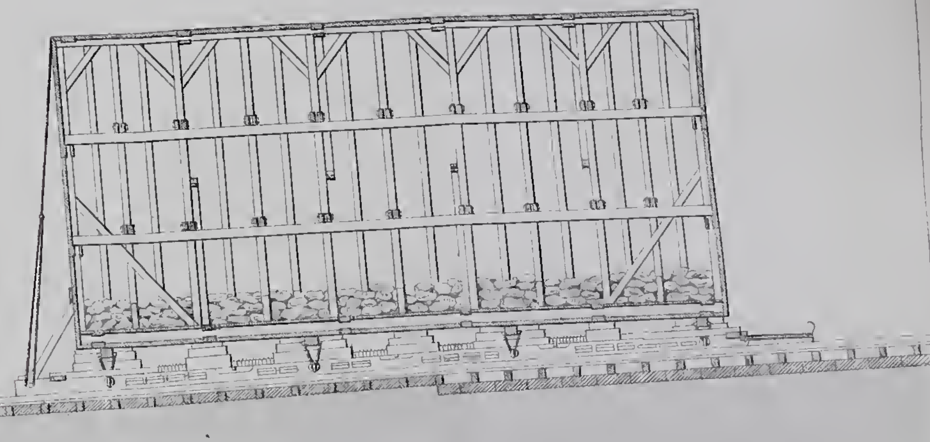


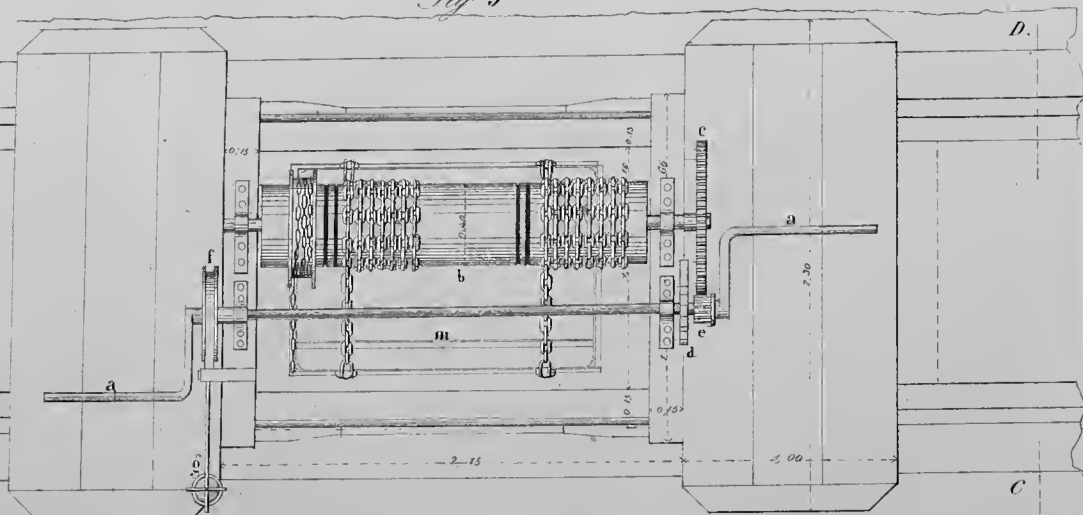
Scala di 0m 005 per metro per le Fig 6 7 e 8

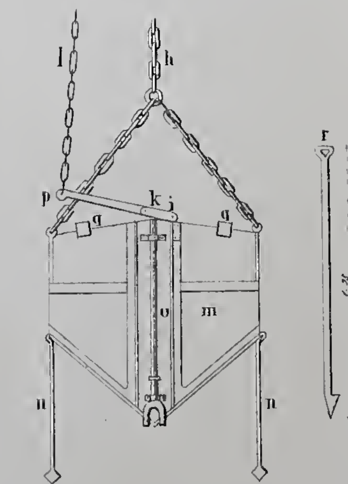
Lit. Richter Napoli

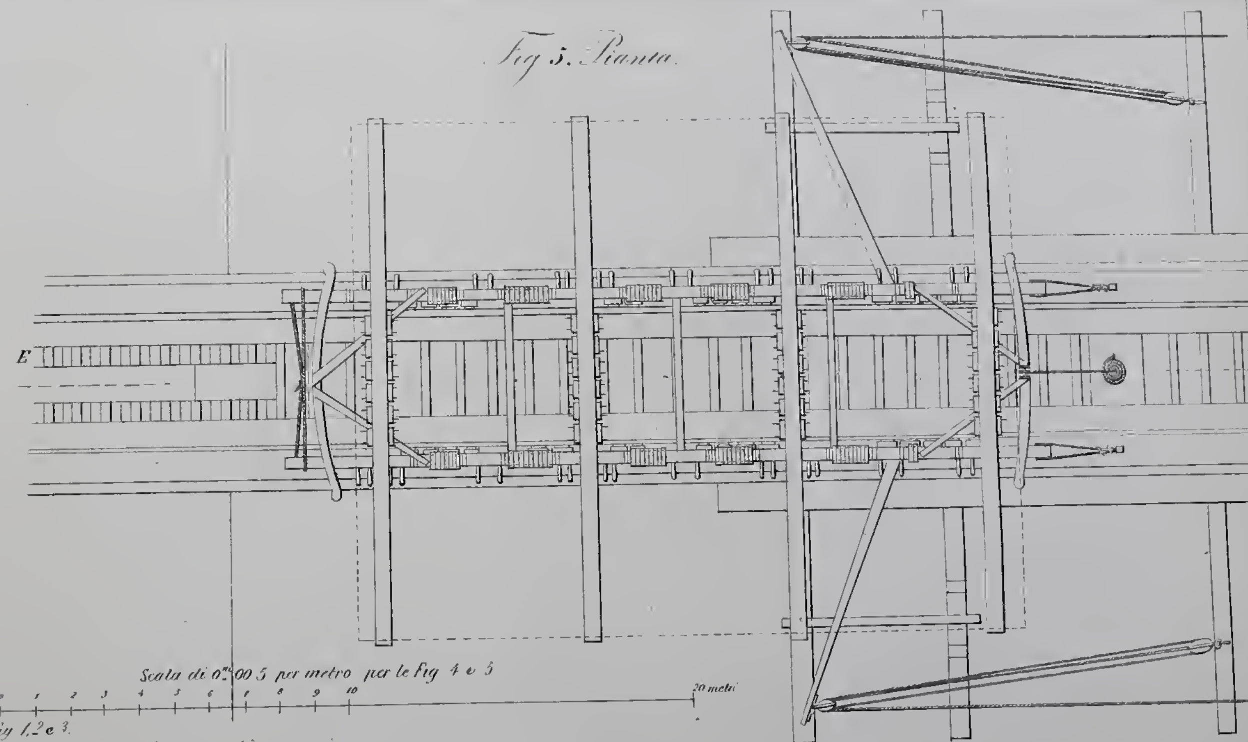








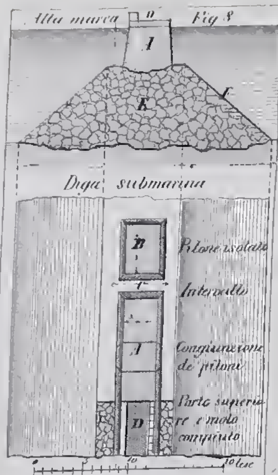


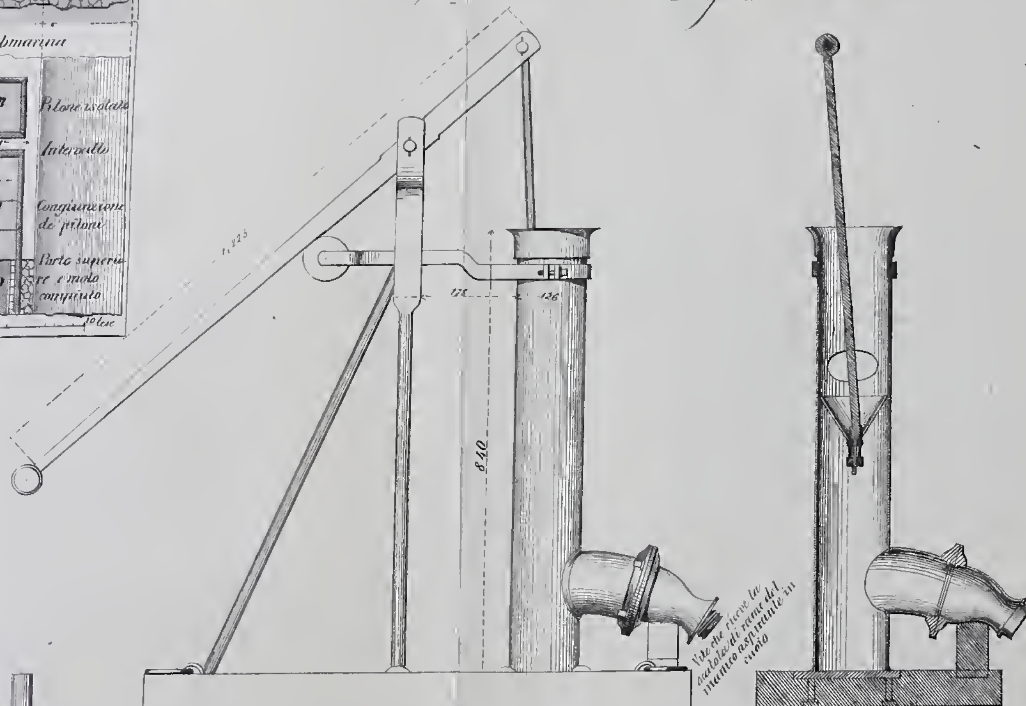


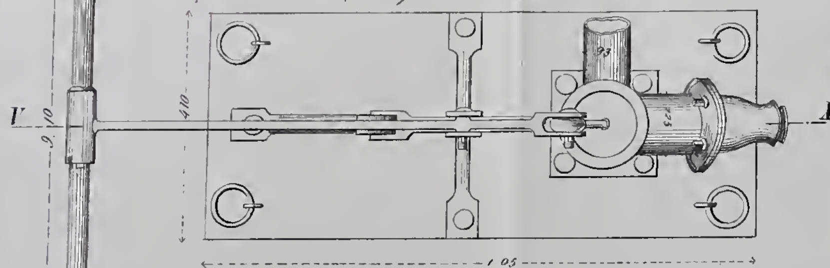
Scala di 0.m 005 per metro per le Fig. 4 e 5

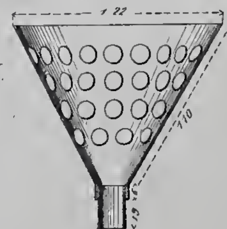
Scala di 0.m 03 per metro per le Fig. 1, 2 e 3.

Lit. Richter Napoli


Alta marea
Fig 8
Diga submarina
Pilone isolato
Intervallo
Congiunzione de' piloni
Parte superiore e molo compiuto
10 tese


Fig 1. Alzato
Fig 2 Sezione secondo I X.
1,225
840
178
126
Vite che riceve la
manico aspirante in
cuoio


Fig 3 Pianta
V
I
410
93
1,05


Fig 4.
1 22
110

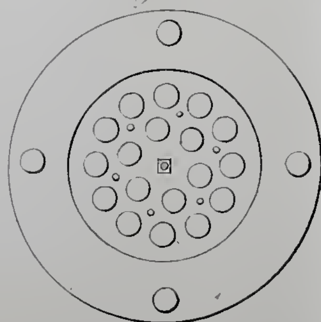
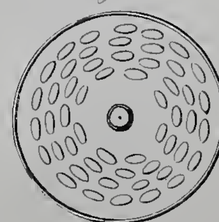
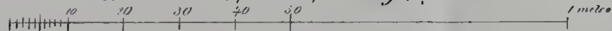
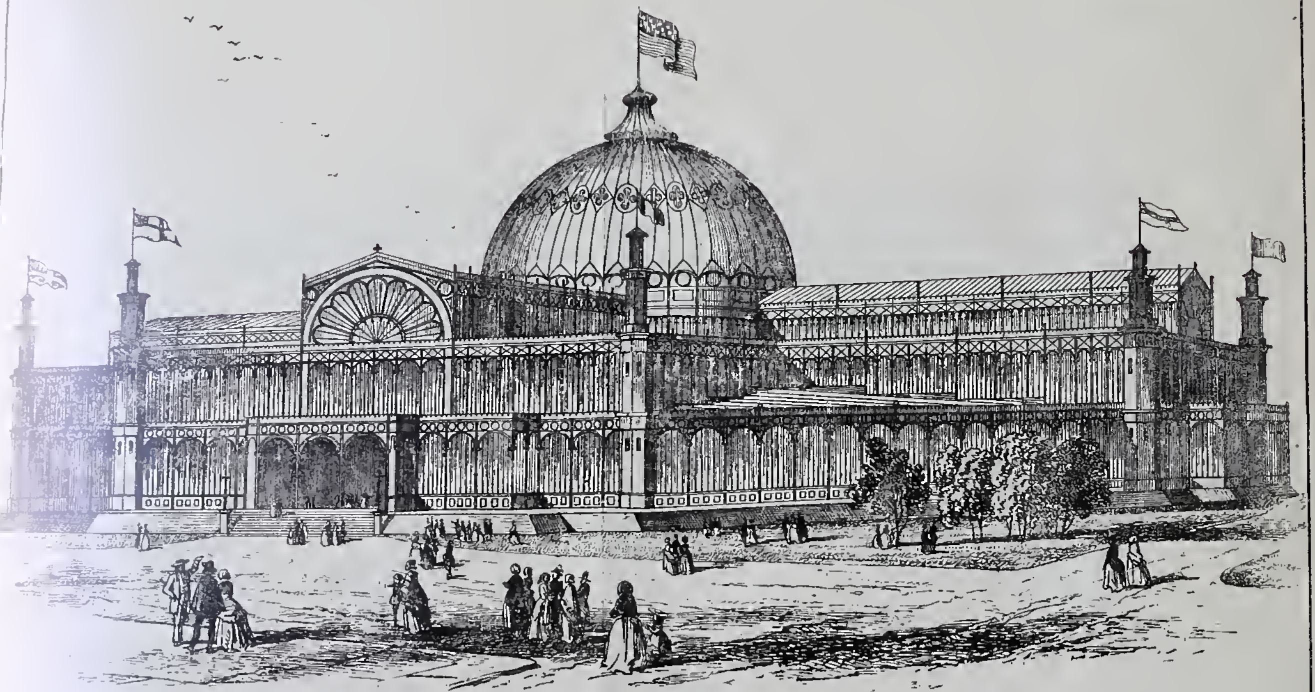

Fig 5.


Fig 6

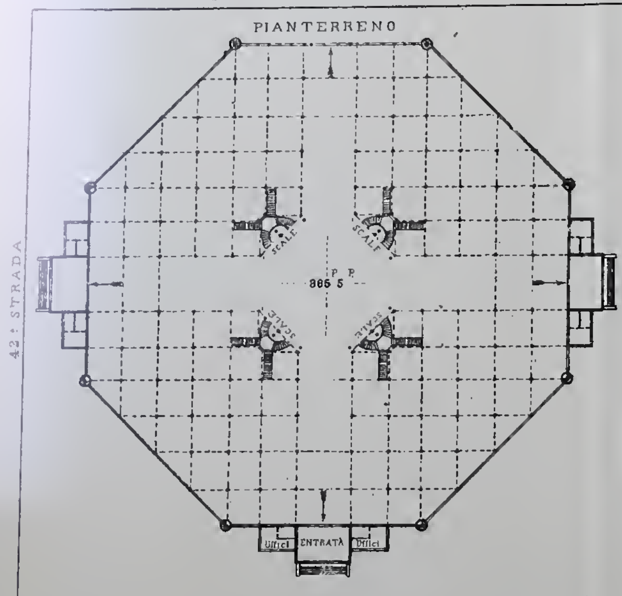

Fig 7.

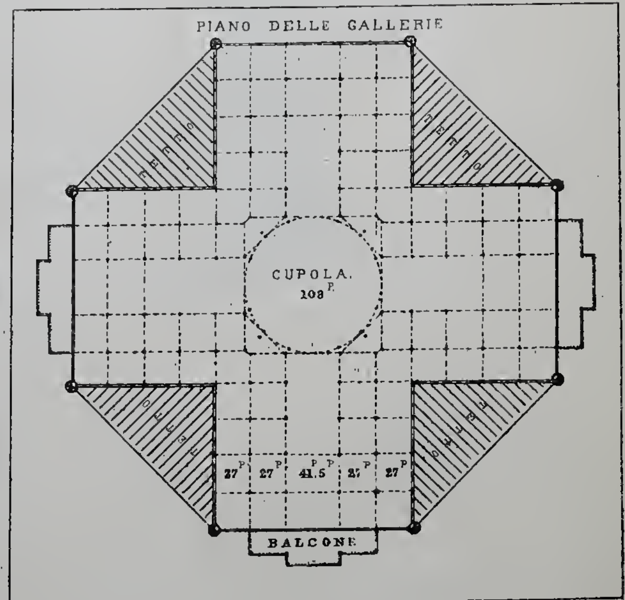

Scala di 0m 08 per metro per le Fig 1, 2 e 3
10 20 30 40 50
1 metro


Scala di 0,25 per metro per le Fig 4, 5, 6, e 7
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
20 centimetri

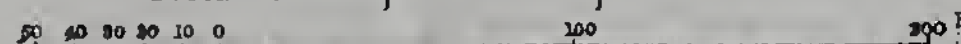


EDIFIZIO DELL' ESPOSIZIONE DI NUOVA YORK.
Da un disegno de' Sig.i Carstensen e Gildemeister.





Scala di 100 piedi ad 1 pollice.



Lit. Richter

PALAZZO DI LUXOR A TEBE.

